

Thesis

Aus dem Zahnärztlichen Institut der **TÜBINGEN** Universität Tübingen

1964

Direktor: Professor Dr. Dr. Eugen Fröhlich

Untersuchungen
über die Panoramix-Aufnahmetechnik
und die Strahlenbelastung
bei Panoramix- und Mundfilmaufnahmen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

LANE MEDICAL LIBRARY OF
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR
PALO ALTO, CALIFORNIA

vorgelegt von
HANNELORE HEGER
aus Berlin

1964

8024



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Tübingen

Direktor: Professor Dr. Dr. Eugen Fröhlich

Untersuchungen
über die Panoramix-Aufnahmetechnik
und die Strahlenbelastung
bei Panoramix- und Mundfilmaufnahmen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von

HANNELORE HEGER

aus Berlin

1964

Dekan:

Prof. Dr. med. H. Harms

1. Berichterstatter: Doz. Dr. med. dent. W. Schulte

2. Berichterstatter: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. E. Fröhlich

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. EINLEITUNG, LITERATURÜBERSICHT, PROBLEMSTELLUNG	1
II. DAS PANORAMIX-GERÄT	
A. Die Röhre und ihre Projektionsbedingungen	4
B. Technischer Aufbau	7
III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN	
A. Anzahl und Verteilung der Aufnahmen	9
B. Aufnahmedaten, Entwicklungszeiten, Filmmaterial, Chemikalien	9
C. Die Strahlenbelastung des Patienten bei Panoramix-Aufnahmen und intraoralen Mundfilmen	12
D. Aufnahmetechnik	
1. Oberkiefer	21
2. Sinus maxillaris	22
3. Horizontaler Unterkieferast, Mundboden	24
4. Kieferwinkel	27
5. Kiefergelenk, Jochbogen	27
E. Die Darstellung des marginalen Parodon- tiums in der Panoramix-Aufnahme	29
IV. ZUSAMMENSTELLUNG UND DISKUSSION DER ERGEBNISSE	38
V. ZUSAMMENFASSUNG	42
VI. LITERATURVERZEICHNIS	44
VII. ANHANG - Reproduktionen von Röntgenauf- nahmen mit dem Panoramix-Gerät	47

I. EINLEITUNG, LITERATURÜBERSICHT, PROBLEMSTELLUNG

Die Röntgenstrahlen wurden etwa im Jahre 1900 für die Diagnose in der Zahnheilkunde eingeführt; eng damit verknüpft sind vor allem die Namen W. DIECK und O. WALKHOFF. In den ersten Jahren behinderten noch technische Unvollkommenheiten und diagnostische Schwierigkeiten eine schnelle Verbreitung in der zahnärztlichen Praxis. Das änderte sich erst mit der Vervollkommnung der technischen Apparaturen.

Die mit Gas gefüllte Ionenröhre konnte durch die Glühkathodenröhre ersetzt werden.

Der HELIODOR-Apparat hatte einen direkten Anschluß an das Stromnetz. Die Unterdrückung der einen Stromphase erfolgte durch die Glühkathode einer Elektronenröhre.

Der DENTAL-HELIODOR-Apparat der SIEMENS-REINIGER-Werke zeichnete sich durch Zweckmäßigkeit und Handlichkeit aus. Dieses Halbwellengerät arbeitete mit einer Spannung bis zu 50 KV und einem Röhrenstrom von 10 mA.

Als weitere Geräte sind der ERGOS-Apparat, der METALIX-DENTAL-Apparat von PHILIPS-RÖNTGEN, der DENTAL-ARISTOS nach O. WESKI, der DENTAL-REKORD von REINIGER u. a. zu nennen. Die heute in der zahnärztlichen Praxis gebräuchlichen Röntgengeräte sind die SIEMENS-KUGEL von SIEMENS-REINIGER, der RITTER-Röntgenapparat und der MÜLLER-ORALIX der Firma MÜLLER in Hamburg.

Der weiteren Entwicklung lag die Forderung zugrunde, die Zahl der Einzelaufnahmen zu senken, einen oder sogar beide Kiefer durch eine einzige Aufnahme abzubilden. Das wurde durch eine geänderte Anordnung von Focus und Film erreicht. Um den Strahlengang von intra- nach extra-oral verlaufen lassen zu können, versuchte bereits im Jahre 1897 der Amerikaner ROLLINS eine kleine Röhre in den Mund einzuführen. GUY verwendete 1904 eine Ionenröhre, deren Antikathode die entstehenden Röntgenstrahlen in Richtung des einfallenden Elektronenstromes zurückwarf.

Seit 1946 arbeitete W. OTT (Bern) an diesem Problem, das schließlich durch die Schweizer Firma COMET und die Firma KOCH und STERZEL gelöst werden konnte. 1953 wurde die erste Panoramixröhre auf dem Röntgenkongreß in Kopenhagen gezeigt.

Über die Arbeitsweise und Möglichkeiten des Panoramixgerätes berichten W. HIELSCHER (9), T. JUNG (10, 11, 12, 13), TH. LOHMANN (16), W. OTT (17) und D. SETZ (20). Sie geben übereinstimmende Aufnahmedaten für Oberkiefer- und Unterkieferaufnahmen an. Danach soll bei Oberkieferaufnahmen die Röhre um 10° nach oben, bei Unterkieferaufnahmen um 10° nach unten geneigt sein; Die Spannung beträgt bei Oberkieferaufnahmen 45 kV, bei Unterkieferaufnahmen 40 kV. Die Belichtungszeit wird mit jeweils 0,4 sec angegeben.

W. HIELSCHER (9) beschreibt als einen der Hauptvorteile des Panoramixgerätes die "schnellere Gewinnung einer Übersicht über den gesamten Kiefer".

B. R. KLEEFF (15) untersuchte die neuen Projektionsverhältnisse und zeigte anhand von Versuchsaufnahmen die Fehlerquellen in der Einstelltechnik auf.

W. OTT (17) und B. R. KLEEFF (15) schlossen die Möglichkeit der Darstellung von Kiefergelenk und Kieferhöhle mit der Panoramixtechnik nicht aus.

Nach Angaben der Firma KOCH & STERZEL, W. OTT (17) und T. JUNG (10, 11, 12, 13) beträgt die Strahlenbelastung des Patienten bei der Panoramixaufnahme etwa $1/25$ bis $1/30$ der Strahlenbelastung eines Mundfilmstatus. Umfassende Untersuchungen über die Strahlenbelastung bei Mundfilmstaten und einzelnen Mundfilmen führten TH. KIRSCH (14) und E. SONNABEND (21) durch.

Die röntgenologische Darstellung des Limbus alveolaris in der Panoramixaufnahme wurde bisher noch nicht untersucht.

In der vorliegenden Arbeit sollen in Anlehnung an die Untersuchungen von E. FRÖHLICH (4, 6), T. JUNG (10, 11, 12, 13), TH. LOHMANN (16) und E. SONNABEND (21) die Möglichkeiten und Grenzen des Panoramixverfahrens

rens, sowie die Strahlenbelastung durch das Gerät untersucht werden.

Im einzelnen stellen sich uns folgende Fragen:

1. Durch welche Aufnahmedaten lassen sich optimale Panoramixbilder erzielen?
2. Wie hoch ist die Strahlenbelastung des Patienten bei der Panoramixaufnahme im Vergleich zu der des Mundfilmstatus?
3. Gibt es neben der schon beschriebenen Darstellung von Ober- und Unterkiefer noch andere Darstellungsmöglichkeiten?
4. Wie läßt sich das marginale Parodontium im Panoramixbild darstellen?
5. Wie bewährt sich das Gerät im klinischen Betrieb?

II. DAS PANORAMIXGERÄT

A. DIE RÖHRE UND IHRE PROJEKTIONSBEDINGUNGEN

Der Strahlengang verläuft bei der Panoramixröhre von intraoral nach extraoral. Die 130 mm lange geerdete Stielanode wird in den Mund des Patienten eingeführt.

Die Emission der Elektronen erfolgt von einer Bolzenkathode, die aus einem Wolframzylinder besteht. Die Kathode ist von einem Wehneltzylinder umgeben, der die Elektronen bündelt. Die Heizung der Kathode erfolgt durch eine Heizspirale (Abb. 1).

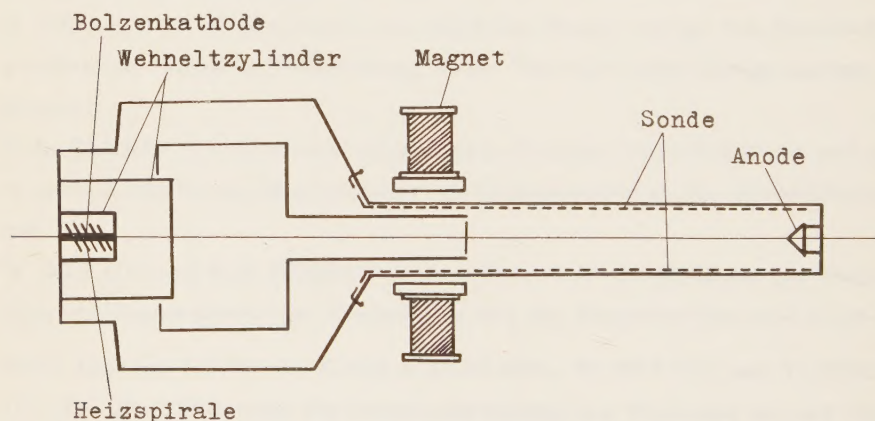


Abb. 1 Schematische Darstellung - Aufbau der Panoramixröhre
(Umzeichnung nach TH. LOHMANN)

Die ausgelösten Elektronen erlangen ohne Ablenkung die Spitze des Anodenkegels. Der Durchmesser des Brennflecks beträgt 0,1 mm.

TH. LOHMANN (16) beschreibt: "Um eine nahezu gleichmäßige Intensitätsverteilung der Röntgenstrahlung im Raumwinkel zu erzielen, muß der Brennfleck exakt auf der Spitze des Kegels liegen und darf auch durch

äußere Einflüsse seine Lage nicht verändern. Dieses Problem ist durch eine automatische Zentriereinrichtung gelöst worden, deren Wirkungsweise auf der Emission von Sekundärelektronen aus der Anode beruht. Diese Sekundärelektronen treffen auf 4 um 90° versetzte Sonden, die sich innerhalb der Röhre befinden. Die entstehenden Sondenströme bestimmen die Gitterpotentiale von 2 Doppeltrioden, deren Anodenströme damit abhängig von den Sondenströmen sind. Sind die Sondenströme gleich, d. h. liegt der Brennfleck genau auf der Spitze der kegelförmigen Anode, so stimmen auch die Sondenströme der Steuerröhren überein. Weicht dagegen der Brennfleck von seiner Soll-Lage ab, so ergeben sich unterschiedliche Sondenströme und damit unterschiedliche Steuerströme. Mit diesen Steuerströmen werden nun kleine Magnete beeinflusst, welche den Elektronenstrahl automatisch auf die Kegelspitze zurückführen, bis die Sondenströme wieder annähernd gleich groß geworden sind".

Die Kegelform der Anode erklärt den Strahlungsbereich; er beträgt 270° (Abb. 2).

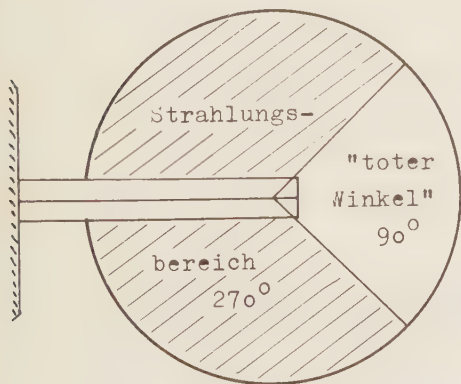


Abb. 2 Schematische Darstellung des Strahlungsbereiches und des sog. "toten Winkels". Der Strahlungsbereich umfaßt räumlich 270° .

Dieser "tote Winkel" hat zur Folge, daß bei Aufnahmen im Ober- oder Unterkiefer, die zentralen Schädelpartien, die Schädelbasis und vor al-

lem die Hypophyse nicht vom Strahlenbereich erfaßt werden können (Abb. 3).

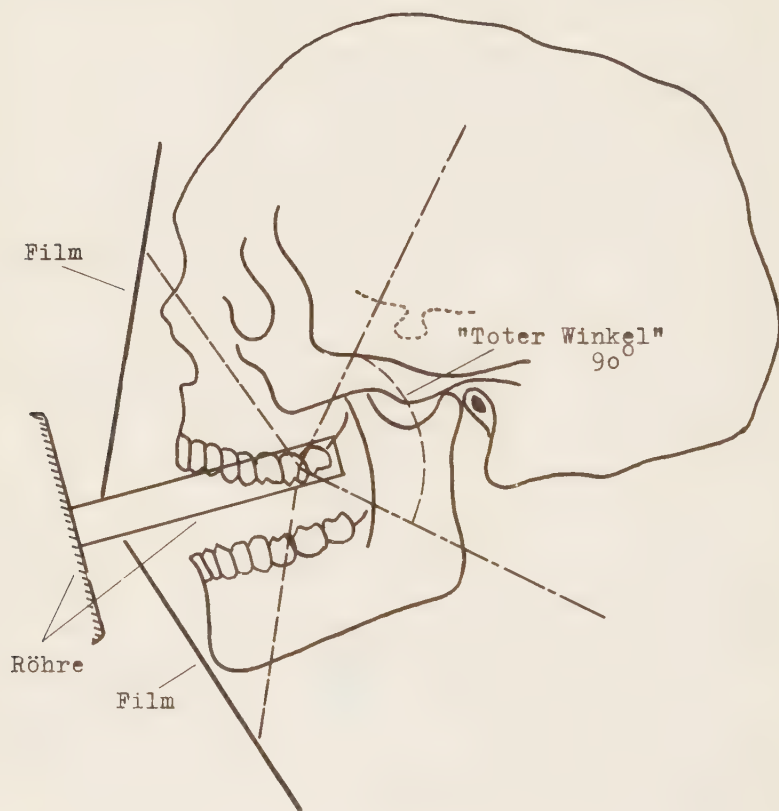


Abb. 3 Darstellung des Strahlungsbereiches und des sogenannten "toten Winkels", (Umzeichnung nach W.OTT).

Eine weitere Einschränkung des Strahlenbereiches wird durch den Applikator erreicht. Dieser besteht aus einem Kunststoffrohr, das zur Hälfte mit Blei umgeben ist. Je nach Aufnahme im Ober- bzw. Unterkiefer, wird der Applikator auf der Stielanode um 180° gedreht. Er schirmt so den Ober- bzw. Unterkiefer gegen primäre Strahlung ab (Abb. 4).

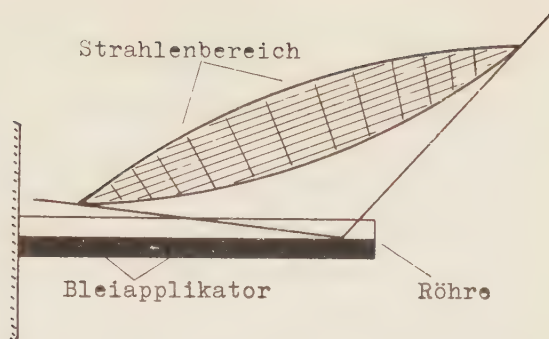


Abb. 4 Schematische Darstellung. Einschränkung des Strahlenbereiches bei Verwendung des Applikators bei einer Oberkiefer- bzw. Unterkieferaufnahme.

Im Normalfall wird die stabförmige Anode so in den Mund des Patienten eingeführt, daß das Röhrenende in der Mediansagittalebene liegt. Je nach Zahnbogenbreite und -form schwankt der Fokus-Objekt-Abstand zwischen 20 und 30 mm. Der Dicke der Weichteilpolster entsprechend ergibt sich eine Schwankung des Objekt-Film-Abstandes von etwa 10 bis 30 mm. Eine optimale Darstellung wird bei einem großen Fokus-Objekt-Abstand und einem geringen Objekt-Film-Abstand erreicht. Der Forderung nach einem großen Fokus-Objekt-Abstand sind durch die Anatomie der Mundhöhe Grenzen gesetzt.

Ein geringer Objekt-Film-Abstand kann nur erreicht werden, wenn der Film extraoral möglichst dicht und genau angelegt wird. Der Vergrößerungsfaktor beträgt etwa 1,2 bis 2,1.

B. TECHNISCHER AUFBAU

Das Panoramixgerät besteht aus der Röhre und der Einheit - Hochspannungserzeuger, Schaltpult, Röhrenstativ.

Das Einschalten des Gerätes und die Netzspannungsregulierung erfolgen

an dem Netzschalter (a). Mit Hilfe eines Voltmeters (b) kann die Spannung kontrolliert werden.

Der Röhrenstrom beträgt konstant 0,5 mA. Die Spannung kann in einem Bereich von 40 bis 80 kV eingestellt werden (c).

Der Expositionszeitregler geht über einen Bereich von 0,06 bis 2,0 sec (d).

Die Röhre ist an einem beweglichen Tragarm befestigt, der in der Horizontal- und Vertikalebene verstellbar ist.

Die Röhre selbst ist um die transversale Achse in einem Winkelbereich von $+35^{\circ}$ bis -35° einstellbar.

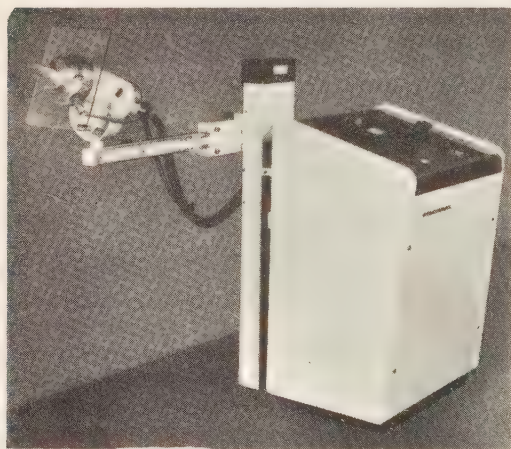


Abb. 5a Das Panoramixgerät



Abb. 5b Schalttafel des Gerätes.
a) Netzschalter und Netzspannungsregulierung
b) Voltmeter
c) Spannungsregler
d) Expositionszeitregler

III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

A. ANZAHL UND VERTEILUNG DER AUFNAHMEN

Als Grundlage für die Untersuchungen dienten die im klinischen Betrieb angefertigten Panoramix-Aufnahmen von 1460 Patienten. In der Zeit vom Juli 1962 bis Januar 1964 wurden bei diesen Patienten 1347 Oberkieferaufnahmen und 1294 Unterkieferaufnahmen hergestellt, insgesamt 2641. Diese Aufnahmen verteilen sich auf die Fachgebiete wie folgt:

Gesamt	1460 Patienten	100 %
Kieferorthopädie	703 "	48 %
Chirurgie	610 "	42 %
Prothetik	147 "	10 %

Tab. 1 Verteilung der Panoramix-Aufnahmen auf die Fachgebiete der Zahnmedizin.

B. AUFNAHMEDATEN, ENTWICKLUNGSZEITEN, FILM-MATERIAL, CHEMIKALIEN

Die Untersuchungen wurden bei unterschiedlichen Aufnahmebedingungen durchgeführt. In der Tabelle 2 sind die optimalen Aufnahmedaten und Entwicklungszeiten zusammengestellt.

Die Auswertung zeigte, daß Aufnahmen im Oberkiefer mit Filmen ohne Verstärkerfolie bei einer Spannung von 65 kV und einer Belichtungszeit von 0,4 sec eine optimale Darstellung ergaben. Bei Verwendung einer feinzeichnenden Folie genügte eine Spannung von 45 kV und eine Belichtungszeit von 0,06 sec. Für Panoramix-Aufnahmen des Unterkiefers wurde eine niedrigere Spannung gewählt. Bei Aufnahmen ohne feinzeichnende Folie wurde mit einer Spannung von 60 kV und einer Belichtungszeit von 0,4 sec gearbeitet; bei der Verwendung von Verstärkerfolie waren die optimalen Werte 40 kV Spannung und 0,06 sec Belichtungszeit.

Art d. Aufnahme	Spannung in kV	Stromstärke in mA	Belichtg. in sec	mAs	Entwicklungszeit in min bei 22°	Filmmaterial	Entwickler	Fixierbad	Filmgröße in cm
Pan. -OK ohne Folie	65	0,5	0,4	0,2	3,5	Adox-Doneo in gebrauchsfertiger Einzelpackung oder Kassettenfilm	Röntgen-Entwickler-Konzentrat Adefo-Chemie-Nürnberg	Röntgen-Fixier-Konzentrat Adefo-Chemie-Nürnberg	10 x 24
Pan. -OK mit Folie	45	0,5	0,06	0,03	3,0				10 x 24
Pan. -UK ohne Folie	60	0,5	0,4	0,2	3,5				10 x 24
Pan. -UK mit Folie	40	0,5	0,06	0,03	3,0				10 x 24
Kiefer- höhle	65	0,5	0,5	0,25	3,5				12 x 30
Kiefer- winkel	60	0,5	0,4	0,2	3,5				10 x 12
Kiefer- gelenk + Jochbogen	60	0,5	0,4	0,2	3,5				10 x 12

Tab. 2 Belichtungstabelle

Die Entwicklungszeit für Aufnahmen ohne Folie betrug 3,5 min (Entwicklerbad-Temperatur 22°C) bei Verwendung eines Röntgen-Entwickler-Konzentrates der Firma ADEFO-CHEMIE, Nürnberg. Bei Aufnahmen mit Folie betrug die Entwicklungszeit bei 22°C 3,0 min.

Als Filmmaterial wurden ADOX-DONEO-FILME (auf blauer Basis) der Größe 10 x 24 cm in gebrauchsfertiger Einzelpackung, bzw. der entsprechende Kassettenfilm bei Benutzung einer elastischen Kassette mit fein-

zeichnender Folie, verwendet.

Bei Aufnahmen des Sinus maxillaris betrug die Spannung 65 kV, die Belichtungszeit 0,5 sec. Das Filmformat 12 x 30 cm wurde als Sonderanfertigung von der Firma ADOX geliefert. Die Entwicklungszeit betrug 3,5 min bei einer Temperatur von 22°C.

Aufnahmen des Kieferwinkels, der Kiefergelenke und des Jochbogens wurden mit einer Spannung von 60 kV und einer Belichtungszeit von 0,4 sec, auf einem Filmformat von 10 x 12 cm, angefertigt.

Als Fixierbad wurde ein Röntgen-Rapid-Fixier-Konzentrat der Firma ADEFO-CHEMIE (Nürnberg) verwendet. Die durchschnittliche Fixierzeit betrug 5 bis 7 min.

Die ersten Panoramixbilder wiesen Kontrastarmut, leichte Verschleierung, sowie ein Überwiegen störender Grautöne auf. Es handelte sich vermutlich um Streustrahlung.

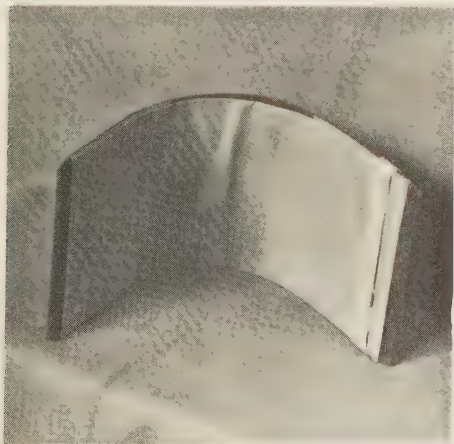


Abb. 6 Bleifolie mit angelegtem gebrauchsfertigem Einzelfilm. Rechts im Bild Klebestreifen mit Seitenbezeichnung.

Wir verwendeten daraufhin eine einfache, etwa 1,5 bis 2 cm starke Bleifolie der Größe 12 x 25 cm, die der Rückseite der gebrauchsfertigen Einzelfilme angelegt wurde, um die Streustrahlung auszuschalten (Abb. 6).

Dadurch besserte sich die Bildqualität erheblich, die Aufnahmen wurden

kontrastreicher. Außerdem ergab sich der Vorteil, daß die Seitenbezeichnung nicht vergessen werden konnte.

Mittels eines Klebestreifens war der Bleibuchstabe "R" immer an der Bleifolie befestigt (Abb. 6).

Diese Bleifolie bot gleichzeitig dem Film Halt und sorgte für ein gleichmäßiges Anliegen des Filmes am Gesicht des Patienten.

C. DIE STRAHLENBELASTUNG DES PATIENTEN BEI PANORAMIX-AUFNAHMEN UND INTRAORALEN RÖNTGENAUFNAHMEN

Die Strahlenbelastung wurde bei Patienten des Zahnärztlichen Institutes der Universität Tübingen gemessen, bei denen im Rahmen diagnostischer Maßnahmen Röntgenaufnahmen der Zähne indiziert waren. Die Dosismessungen erfolgten bei männlichen und weiblichen Patienten im Alter von 5 bis 70 Jahren.

Zur Messung wurden Kondensatorkammern folgender Größe und Meßbereiche verwendet: *).

a) Argon-Kammern

Meßbereich = 20 - 1200 μ R

2,5 μ R/Skt

Maße in mm 25 $\varnothing$ x 45

b) Aerion-Kammern

1. Meßbereich = 15 - 700 mR

1,5 mR/Skt

Maße in mm 15 $\varnothing$ x 40

2. Meßbereich = 0,1 - 4 R

7 mR/Skt

Maße in mm 15 $\varnothing$

*) Die Auswertung der Meßkammern übernahm Herr Professor Dr. Ing. Breitling, Strahleninstitut der Universität Tübingen.

Bei jeder Messung wurde eine Nullpunkt-Bestimmung durchgeführt, um unterschiedliche Kontaktpotentiale auszuschließen.

Zur Befestigung der Kammern wurde Tesafilm verwendet. Bei den Orbitamessungen wurde die Kammer auf dem rechten Oberlid bei geschlossenem Auge befestigt.

Bei den Gonadendosismessungen wurde bei Männern, Frauen und Kindern der Schoß gewählt, d.h. die Kondensatorkammern wurden auf der Schutzschürze angebracht.

Uns interessierte die Orbita- und Gonadendosis bei dem Panoramix-Status und Mundfilmstatus.

Bei den Vorversuchen zeigte sich ein Unterschied der Gonadendosis bei Panoramix-Aufnahmen mit Bleifolie und ohne diese Folie (Beschreibung der Folie S. 11, Abb. 6).

Es wurden daher Messungen der Gonadendosis mit und ohne Bleifolie durchgeführt.

In der Versuchsreihe 1 (Tab. 3) wurde die Orbitadosis unter Verwendung von Bleifolie und Applikator bestimmt.

Die Aufnahmedaten waren:

Oberkieferaufnahmen : 65 kV, 0,4 sec, 0,5 mA,

Unterkieferaufnahmen : 60 kV, 0,4 sec, 0,5 mA.

Patient	Alter	Geschl.	Orbita	
			OK - in mR	UK - in mR
1. A.E.	40	w	29,8	4,1
2. B.M.	32	m	16,7	2,3
3. G.HP.	9	m	11,2	2,0
4. F.HD.	30	m	11,8	1,4
5. P.E.	8	m	21,6	(30,9)
6. B.E.	6	w	20,8	3,1
7. K.G.	9	w	15,4	5,0
8. R.R.	33	w	42,0	3,1
9. K.B.	22	m	14,9	1,3
10. B.I.	19	w	34,2	2,6
11. B.R.	21	w	28,1	2,0
12. T.L.	52	w	22,4	1,8
13. K.K.	23	w	23,8	1,5
14. B.G.	18	w	13,5	3,0
15. B.E.	69	m	17,7	6,0
16. R.H.	5	m	5,8	3,7
Mittelwert - Orbita			$20,6 \pm 2,3 \text{ mR}$	$2,9 \pm 0,3 \text{ mR}$

Tab. 3 Versuchsreihe 1. Die Dosis im Orbitabereich bei Panoramix-Aufnahmen mit Applikator und mit Bleifolie bei 16 Probanden. Mittelwert von Ober- und Unterkieferaufnahmen und deren Standardabweichung in mR.

Die Ergebnisse der Versuchsreihe 1 sind in der Tabelle 3 zusammengefaßt. Die Meßwerte sind für Panoramix-Aufnahmen des Ober- und Unterkiefers in mR angegeben. Auf den Meßwert 30,9 mR wurde verzichtet, da das Meßergebnis im Verhältnis zu den anderen Messungen in dieser Versuchsreihe außergewöhnlich hoch war.

Bei Panoramix-Aufnahmen des Oberkiefers beträgt die Orbitadosis $20,6 \pm 2,3 \text{ mR}$; bei Panoramix-Aufnahmen des Unterkiefers beträgt die Orbitadosis $2,9 \pm 0,3 \text{ mR}$.

In der Versuchsreihe 2 (Tab. 4) wurde die Gonadendosis bei Panoramix-Aufnahmen mit Bleifolie und Applikator bei 16 Versuchspersonen gemessen.

Die Aufnahmedaten waren:

Oberkieferaufnahmen : 65 kV, 0,4 sec, 0,5 mA,

Unterkieferaufnahmen : 60 kV, 0,4 sec, 0,5 mA.

Patient	Alter	Geschl.	Gonaden	
			OK - in μR	UK - in μR
1. A.E.	40	w	12,0	3,0
2. B.M.	32	m	38	54,5
3. G.HP.	9	m	67	16
4. F.HD.	30	m	34	18
5. P.E.	8	m	40	7
6. B.E.	6	w	55	10
7. K.G.	9	w	42,5	10
8. R.R.	33	w	15	30,5
9. K.B.	22	m	42	34,5
10. B.I.	19	w	59	19
11. T.L.	21	w	24,5	14
12. B.R.	52	w	8	31
13. K.K.	23	w	7	12,5
14. B.G.	18	w	33	10,5
15. B.E.	69	m	8	13
16. R.H.	5	m	70	entladen
Mittelwert - Gonaden			$34,7 \pm 5,3 \mu\text{R}$	$18,9 \pm 3,5 \mu\text{R}$

Tab. 4 Versuchsreihe 2. Die Dosis im Gonadenbereich bei Panoramix-Aufnahmen mit Bleifolie und Applikator bei 16 Probanden. Mittelwerte und deren Standardabweichung in μR .

Die Tab. 4 zeigt die Zusammenfassung der Ergebnisse. Die Meßwerte sind für Panoramix-Aufnahmen des Ober- und Unterkiefers in μR angegeben. Die Gonadendosis beträgt bei Oberkieferaufnahmen $34,7 \pm 5,3 \mu\text{R}$, bei Unterkieferaufnahmen $18,9 \pm 3,5 \mu\text{R}$.

In der Versuchsreihe 3 (Tab. 5) wurden Messungen der Gonadendosis bei Panoramix-Aufnahmen ohne Bleifolie mit Applikator durchgeführt.

Die Aufnahmedaten waren:

Oberkieferaufnahmen : 65 kV, 0,4 sec, 0,5 mA,

Unterkieferaufnahmen : 60 kV, 0,4 sec, 0,5 mA.

Patient	Alter	Geschl.	Gonaden	
			OK - in μR	UK - in μR
1. F.H.	49	m	69,5	345,5
2. P.G.	22	m	25,5	262,5
3. R.L.	31	w	64,5	330,0
4. F.W.	15	m	87	286
5. D.N.	9	m	34	351
6. B.Th.	8	m	20	entladen
7. B.G.	28	m	11	325
8. V.A.	33	m	51	244
9. H.A.	32	m	29	378
10. M.H.	38	m	52,5	307
11. S.J.	40	m	91	370
12. H.F.	57	w	38,5	367
13. R.A.	52	m	25	384
14. G.I.	29	m	45	289
15. B.A.	39	w	17	274
16. S.A.	21	m	72,5	292,5
17. B.A.	56	w	24	240,5
18. M.M.	7	w	33,5	384
19. S.R.	35	w	18	83
20. S.B.	6	w	112	374,5
Mittelwert - Gonaden			$46,0 \pm 6,4 \mu\text{R}$	$301,0 \pm 17 \mu\text{R}$

Tab. 5 Versuchsreihe 3. Die Dosis im Gonadenbereich bei Panoramix-Aufnahmen mit Applikator, ohne Bleifolie bei 20 Probanden. Mittelwerte und deren Standardabweichung in μR .

Die Meßergebnisse sind in der Tabelle 5 zusammengefaßt. Die Meßwerte sind in μR angegeben.

Die Gonadendosis beträgt bei Panoramix-Aufnahmen des Oberkiefers ohne Bleifolie $46,0 \pm 6,4 \mu\text{R}$; bei Aufnahmen des Unterkiefers beträgt die Dosis $301,0 \pm 17 \mu\text{R}$.

Folglich wird die Gonadendosis bei Anwendung der Bleifolie um 15,2 % erniedrigt.

In der Versuchsreihe 4 (Tab. 6) wurde die Gonadendosis bei intraoralen Mundfilmen mit dem Müller-Oralix-Gerät bei 12 Probanden gemessen.

Es wurden im Ober- und Unterkiefer je 5 Aufnahmen angefertigt.

Die Aufnahmedaten waren : 50 kV, 0,8 sec, 7 mA.

Patient	Alter	Geschl.	Gonaden	
			OK - in mR	UK - in mR
1. M.H.	34	m	1,12	1,27
2. K.P.	27	m	0,78	1,52
3. S.H.	32	m	0,95	0,82
4. L.O.	58	m	0,82	1,23
5. F.C.	21	w	0,89	0,75
6. L.H.	26	w	0,82	0,54
7. M.W.	23	m	1,04	1,26
8. R.M.	18	w	0,68	1,15
9. M.G.	47	m	1,03	1,23
10. H.V.	45	m	0,56	0,65
11. B.E.	14	w	0,93	1,22
12. S.E.	52	m	1,04	0,82
Mittelwert - Gonaden			$0,89 \pm 0,04 \text{ mR}$	$1,02 \pm 0,08 \text{ mR}$

Tab. 6 Versuchsreihe 4. Die Dosis im Gonadenbereich bei Aufnahmen mit dem Müller-Oralix-Gerät bei 12 Probanden. Mittelwerte und deren Standardabweichung in mR.

Die Ergebnisse sind in der Tabelle 6 zusammengefaßt. Die Meßwerte sind für Ober- und Unterkieferaufnahmen in mR angegeben.

Die Gonadendosis beträgt bei 5 intraoralen Aufnahmen im Oberkiefer $0,89 \pm 0,04 \text{ mR}$; bei 5 intraoralen Aufnahmen im Unterkiefer beträgt die Gonadendosis $1,02 \pm 0,08 \text{ mR}$.

In der Versuchsreihe 5 (Tab. 7) wurde die Orbitadosis bei intraoralen Mundfilmen mit dem Müller-Oralix-Gerät bestimmt.

Es wurden je 5 Aufnahmen im Ober- und Unterkiefer angefertigt.

Die Aufnahmedaten waren: 50 kV, 0,8 sec, 7 mA.

Patient	Alter	Geschl.	Orbita	
			OK - in R	UK - in μ R
1. V.V.	20	m	0,32	15,8
2. P.Ch.	33	w	0,32	12,2
3. W.G.	24	m	0,19	11,7
4. H.O.	26	m	0,44	18,1
5. M.M.	20	w	0,72	24,0
6. K.E.	60	w	1,34	24,1
7. K.P.	32	m	0,43	22,8
8. P.S.	42	w	0,88	23,8
9. H.H.	26	w	0,19	6,5
10. S.I.	22	w	0,93	18,5
11. B.H.	28	w	0,40	16,3
12. O.R.	26	w	0,35	9,3
13. L.I.	22	m	0,73	11,2
14. H.F.	24	w	1,21	48,0
15. M.S.	30	m	0,95	8,8
16. M.Hj.	11	m	0,86	17,0
Mittelwert - Orbita			$0,641 \pm 0,09$ R	$18,0 \pm 2,5$ μ R

Tab. 7 Versuchsreihe 5. Die Dosis im Orbitabereich bei intraoralen Aufnahmen mit dem Müller-Oralix-Gerät bei 16 Probanden. Mittelwerte und deren Standardabweichung bei Oberkieferaufnahmen in R , bei Unterkieferaufnahmen in mR.

In der Tabelle 7 sind die Ergebnisse der Orbitamessungen zusammengefaßt. Die Meßwerte sind bei Oberkieferaufnahmen in R, bei Unterkieferaufnahmen in mR angegeben.

Bei 5 intraoralen Aufnahmen im Oberkiefer beträgt die Orbitadosis $0,641 \pm 0,09$ R; bei 5 intraoralen Aufnahmen im Unterkiefer wird die Orbita mit $18,0 \pm 2,5$ mR belastet.

Eine graphische Darstellung (Abb. 7) und Tabelle 8 bringen den Vergleich der Meßergebnisse zwischen Panoramix- und Mundfilmstatus.

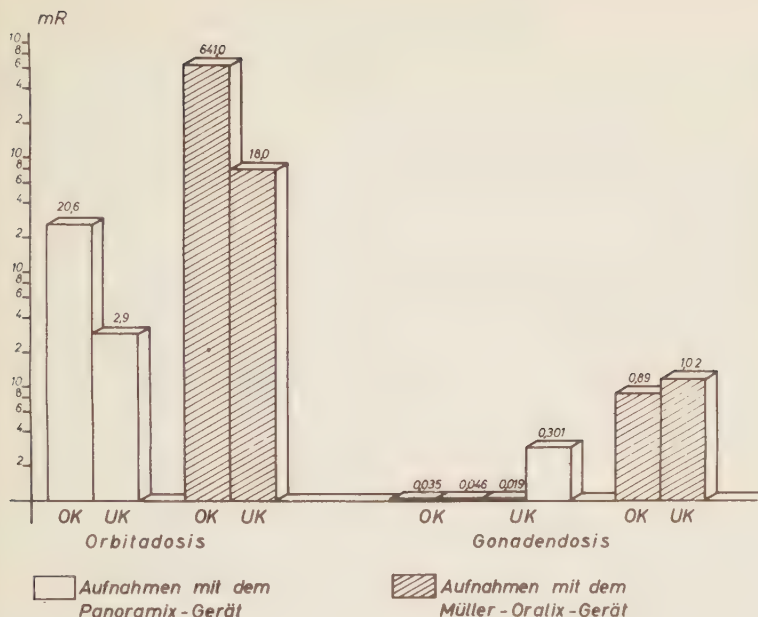


Abb. 7 Gegenüberstellung der Gonaden- und Orbitadosiswerte bei Panoramix- und Mundfilmstatus (logarithmische Darstellung). Bei den Gonadendosismessungen wurde bei Ober- und Unterkiefer-Panoramix-Aufnahmen unterschieden in Aufnahmen mit Bleifolie und ohne diese.

Orbitadosis	Oberkiefer	Panoramix	Müller-Oralix
		20,6 ± 2,3 mR	641,0 ± 90 mR
	Unterkiefer	2,9 ± 0,3 mR	18,0 ± 2,5 mR
Gonadendosis	Oberkiefer	mit Bleifolie 0,035 ± 0,005 mR	0,89 ± 0,04 mR
		ohne Bleifolie 0,046 ± 0,006 mR	
	Unterkiefer	mit Bleifolie 0,019 ± 0,004 mR	1,02 ± 0,08 mR
		ohne Bleifolie 0,301 ± 0,02 mR	

Tab. 8

Gegenüberstellung der Orbita-Dosis und Gonaden-Dosis bei Aufnahmen mit dem Panoramix-Gerät und Müller-Oralix-Gerät.

Bei den Gonadendosismessungen wurde unterschieden in Aufnahmen mit Bleifolie und ohne diese Bleifolie.

D. AUFNAHMETECHNIK

In den folgenden Abschnitten wird die Aufnahme- und Einstelltechnik beschrieben, die nach jeweils verschiedenen Vorversuchen zu optimalen Ergebnissen - bezogen auf das Panoramixverfahren - führte. Die dargestellte Technik haben wir schließlich im Routinebetrieb benutzt.

Um bei den verschiedenen Patienten einheitliche Ausgangsbedingungen zu erhalten, wurden bei der Einstellung der Röhre folgende Hilfsebenen bzw. -linien herangezogen:

- a) Mediansagittalebene,
- b) Verbindung zwischen Spina nasalis anterior und Porus acusticus externus,
- c) Unterkiefer-Kauebene.

1. Oberkiefer

Die Röhre wurde in den Mund des Patienten eingeführt mit einer Neigung von 20° - 25° nach oben gegen die Spina-Porus-Ebene; in der Mediansagittalebene berührte das Röhrenende den Gaumen. Beim Anlegen des Filmes saß die untere Filmkante der Röhre auf (Abb. 8).

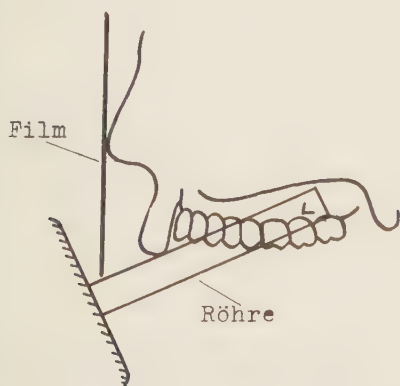


Abb. 8 Schematische Darstellung der Lage der Röhre bei einer Oberkiefer-Panoramix-Aufnahme. Die untere Filmkante sitzt der Röhre auf.

Abweichungen der Röhre von wenigen Millimetern von der Mediansagittalebene zeigten sich in einer asymmetrischen Darstellung des Kiefers.

Für Aufnahmen des Oberkiefers lag der Brennfleck der Röhre am günstigsten in Höhe des Interdentalraumes der ersten und zweiten Molaren. Oft waren bei dieser Einstellung bei vollbezahntem Gebiß die Kronen der Praemolaren und Canini überlagert.

Störend wirkte die stark vergrößerte Projektion der palatinalen Wurzeln der Molaren; in vielen Fällen wurden die Wurzelspitzen nicht auf dem Film erfaßt. Diese Vergrößerung erklären die Projektionsbedingungen. Die Relation Fokus-Objekt-Abstand zu Film-Objekt-Abstand verschiebt sich erheblich von den palatinalen zu den bukkalen Wurzeln.

Eine unten aufgeführte Zusammenstellung zeigt, wie oft neben der Panoramix-Aufnahme intraorale Aufnahmen erforderlich waren, um genaue Aussagen über pathologische Veränderungen zu ermöglichen.

Die Darstellung zahnloser Kiefer und anteriorer Restgebisse brachte keine Schwierigkeiten (Abb. 29, S. 53, Abb. 31, S. 54).

Zusammenfassend kann gesagt werden: Optimale Aufnahmen wurden erreicht, wenn

1. das Röhrenende in Höhe des Interdentalraumes der ersten und zweiten Molaren lag,
2. eine Neigung der Röhre von 20 - 25° nach oben gegen die Spinaporus-Ebene bestand,
3. die Spannung 65 kV und die Belichtungszeit 0,4 sec bei Verwendung von Filmen in gebrauchsfertiger Einzelpackung, bzw. 45 kV Spannung und 0,06 sec Belichtungszeit bei Verwendung feinzeichnender Folien betrug.

2. Sinus maxillaris

Am mazerierten Schädel haben wir die Möglichkeit geprüft, den Sinus maxillaris mit der Panoramix-Aufnahmetechnik darzustellen.

Der knöcherne Orbitalrand und die Apertura piriformis wurden mit einem

0,1 mm starken Kupferdraht markiert. Der Sinus maxillaris wurde zunächst mit einer Tamponade, die mit Röntgenkontrastmittel durchtränkt war, ausgestopft. Diese Tamponade ergibt im Röntgenbild (Abb. 18, S. 49) eine ausgedehnte Verschattung der Kieferhöhle, die nur nach mesial und caudal deutlich begrenzt ist.

Unsere Annahme, daß es sich bei diesen Begrenzungslinien um den Kieferhöhlenboden und die laterale Nasenwand handelt, konnte durch weitere Untersuchungen bestätigt werden. Hierbei markierten wir den Kieferhöhlenboden und die untere Begrenzung zwischen Nasen- und Kieferhöhle mit einem Endografin-Schlämmkreidebrei, der mit einer Kanüle aufgebracht wurde (Abb. 19, S. 49).

Ein Vergleich beider Aufnahmen (Abb. 18 und 19, S. 49) zeigt:

- a) Die Kontur des Kieferhöhlenbodens ist in beiden Aufnahmen identisch.
- b) Die nahezu geradlinig verlaufende röntgenologische Verdichtungszone (in Abb. 19 von a nach b) entspricht dem Übergang der caudalen zur lateralen Nasenhöhlenbegrenzung.

Nachdem die Untersuchungen am mazerierten Schädel gezeigt haben, daß Zähne und Kieferhöhlenboden in der Panoramix-Aufnahme darstellbar sind, wurde die Aufnahmetechnik auch praktisch angewandt.

Wir haben die Röhre mit einer Neigung von 25° nach oben in den Mund des Patienten eingeführt. Versuche mit unterschiedlicher Filmlage haben gezeigt, daß die optimale Darstellung der Kieferhöhle erfolgte, wenn die untere Filmkante etwa 2 cm Abstand von der Röhre hatte. Als Filmmaterial wurde eine Sonderanfertigung der Firma ADOX in der Größe 12 x 30 cm als gebrauchsfertiger Einzelfilm verwendet.

Die Abb. 28, S. 53 zeigt den Sinus maxillaris eines 57-jährigen Patienten bei zahnlosem Alveolarfortsatz. In der Aufnahme sind der Processus alveolaris, die Alveolarbuchten, sowie die knöcherne Begrenzung der Orbita zu sehen. Außerdem ist der Processus muskularis des Kiefergelenkes und das Os zygomaticum mit seinen Processus temporalis, frontalis und maxillaris sichtbar. Die röntgenologische Verdichtungszone, an der

unteren knöchernen Begrenzung der Nase beginnend und zum Os zygomaticum auslaufend, ist die oben beschriebene Grenze von unterer und seitlicher Nasenhöhlenwand.

Die Aufnahme (Abb. 29, S. 53) des zahnlosen Oberkiefers wurde angefertigt wegen des Verdachtes auf eine große Residualzyste im linken Oberkiefer. Im Seitenvergleich ist die Zyste deutlich in ihrer Ausdehnung erkennbar. Der knöcherne Alveolarfortsatz ist nicht mehr erhalten. Die Konturen sind verwaschen.

Die Aufnahme der Abb. 27, S. 53 zeigt einen partiell bezahnten Oberkiefer mit einem Wurzelrest im Sinus maxillaris links. Auf einem vorher hergestellten Mundfilm und einer occipitontalen Schädelaufnahme war dieser Wurzelrest nicht sichtbar und konnte erst mit der Panoramix-Aufnahme eindeutig erkannt werden.

Zusammenfassend ist festzuhalten: die optimale Darstellung des Kieferhöhlenbodens und des Alveolarfortsatzes ist bei Einhaltung folgender Bedingungen zu erwarten:

1. Wenn der Brennfleck der Röhre in Höhe des Interdentalraumes des ersten und zweiten Molaren in der Mediansagittalebene liegt,
2. wenn die Röhre 20 - 25° nach oben gegen die Spina-Porusebene geneigt ist,
3. wenn der Abstand von unterer Filmkante zur Röhre ca. 2 cm beträgt,
4. wenn die Spannung 65 vK und die Belichtungszeit 0,5 sec betragen.

3. Horizontaler Unterkieferast und Mundboden

Die Röhre lag in der Mediansagittalebene mit einem Neigungswinkel von 25° zur Okklusionsebene nach unten im Mund des Patienten. Der angelegte Film berührte mit seiner oberen Kante die Röhre (Abb. 9).

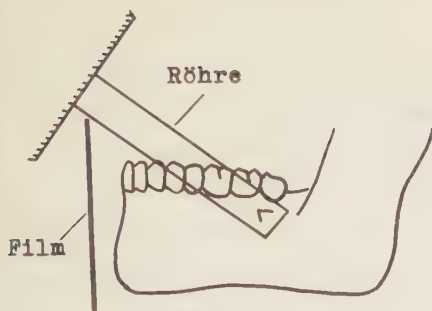


Abb. 9 Schematische Darstellung. Lage der Röhre und des Filmes bei einer Unterkiefer-Panoramix-Aufnahme.

Bei einer anderen Filmlage oder Neigung der Röhre wurde der horizontale Unterkieferast extrem bogenförmig projiziert. Die optimale Darstellung des Unterkieferastes konnte erreicht werden, wenn das Röhrenende in Höhe des Interdentalraumes der beiden letzten Molaren lag. Wurde die Röhre infolge eines Würgereizes oder zu starken Zungendrucks nicht genügend nach caudal gebracht, so erschienen die Molaren in axialer Richtung verkürzt. Verstärkt wurde dieser Effekt durch die Lingualneigung der Molaren.

Der aufsteigende Unterkieferast wird mit dieser Einstelltechnik nicht wiedergegeben. In einigen Fällen war es möglich, durch Verwendung größerer Filme den aufsteigenden Ast abzubilden; der distale Teil des Filmes war jedoch unterbelichtet, da die Strahlenintensität nach distal geringer wird (s. auch Projektionsbedingungen).

In der Wiedergabe des zahnlosen Unterkiefers und des anterioren Restgebisses bestanden keine Schwierigkeiten (Abb. 21, S. 50, Abb. 36, S. 56). Optimal erwies sich das Panoramix-Bild zur Diagnose pathologischer Prozesse oder Frakturen im Front- und Eckzahngebiet. Vergleichsaufnahmen mit den üblichen intra- und extraoralen Techniken haben außerdem gezeigt, daß die Panoramix-Aufnahme bei allen größeren osteolytischen Prozessen im Front- und Eckzahngebiet die weitaus beste Darstellung ergibt (Abb. 38, S. 56, Abb. 39, 40, 41, S. 57).

Zusammenfassend ist festzuhalten, daß optimale Bilder erreicht wurden, wenn:

1. der Brennfleck in Höhe des Interdentalraumes der beiden letzten Molaren in der Mediansagittalebene lag,
2. eine Neigung der Röhre von 25° nach unten gegen die Okklusionsebene bestand,
3. die Spannung 60 kV und die Belichtungszeit 0,4 sec bei Verwendung gebrauchsfertiger Einzelfilme, bzw. 40 kV Spannung und 0,06 sec Belichtungszeit bei Verwendung feinzeichnender Folien betrug.

Bei Aufnahmen des Mundbodens wurde der Tubus 20° nach oben eingestellt. Der Film wurde der äußeren Haut im Bereich des Mundbodens angelegt, so daß Filmebene und Diaphragma oris in einer parallelen Ebene verliefen (Abb. 10).

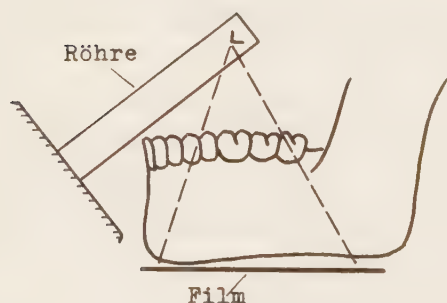


Abb. 10 Schematische Darstellung. Lage der Röhre und des Filmes bei einer Mundbodenaufnahme mit dem Panoramix-Gerät.

Auf der Haut haben wir in Gegend des Os hyoides ein etwa 2 qmm großes Metallplättchen mit Tesafilm befestigt. In der Abbildung 20, S. 50 ist die Markierung deutlich sichtbar.

Bei der röntgenologischen Diagnose von Speichelsteinen bestanden mit den bisher üblichen Aufnahmetechniken Schwierigkeiten. Meist konnte

der Film bei einer Mundbodenübersicht nicht genügend weit in den Mund des Patienten gebracht werden.

Mit der Panoramix-Technik ist eine neue Möglichkeit zur röntgenologischen Abbildung von Speichelsteinen gegeben.

4. Kieferwinkel

Bei der Aufnahme des Kieferwinkels wurde die Röhre an die Objektgegensenseite gelegt und 20° nach unten gegen die Kauebene geneigt.

War es nicht möglich, das Röhrenende unter das Okklusionsniveau zu bringen, so stellen sich die Weisheitszähne in axialer Projektion dar.

Häufig projizierten sich die retinierten Weisheitszähne auch in den aufsteigenden Unterkieferast oder wurden vom Röntgenschaten des Nachbarzahnes überlagert.

Eine sichere orthoradiale Einstellung wird nur mit einem enoralen Mundfilm oder einer Teilschädelaufnahme erreicht. Dies ist besonders im Hinblick auf die Lagebeziehung des retinierten Zahnes zum Mandibularkanal und zum aufsteigenden Unterkieferast von Bedeutung. Das Panoramix-Bild bietet also bei der Darstellung von Kieferwinkel und aufsteigenden Unterkieferast keine Vorteile gegenüber den bisher üblichen Aufnahmetechniken, sondern ist ihm eindeutig unterlegen.

5. Kiefergelenk, Jochbogen

Theoretisch bietet das Panoramix-Verfahren neue Möglichkeiten zur Darstellung der lateral -cranial der Mundhöhle gelegenen Schädelabschnitte. In diesem Zusammenhang interessierten uns besonders das Kiefergelenk und der Jochbogen. Die Problematik ihrer Darstellung bei den herkömmlichen extraoralen Verfahren ist hinreichend bekannt.

Die Projektionsbedingungen bei oral-facialem Strahlengang sind in der Abb. 11 wiedergegeben.

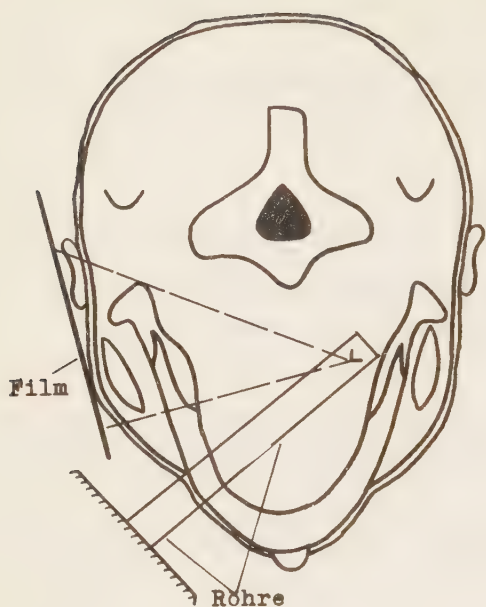


Abb. 11 Schematische Zeichnung. Strahlengang bei einer Panoramax-Aufnahme des Kiefergelenkes und des Jochbogens.

Ihnen entsprechend haben wir bei unseren Versuchen den Focus an die objektgegensätzliche Wand der Mundhöhle gelegt. Die Röhrenneigung betrug 20° nach oben gegen die Spina-Porus-Ebene. Der Film wurde vom Patienten gleichmäßig in der Kiefergelenksgegend angedrückt. Die Filmgröße 10×12 cm erwies sich zur Aufnahme von Kiefergelenk und Jochbogen als ausreichend.

Eine isolierte Projektion des Gelenkkopfes ließ sich jedoch nicht erzielen (vergleiche Abb. 42, 43, S. 58). Abgesehen von seiner Schrägprojektion, bezogen auf die Transversalachse, wurde das Capitulum stets vom Tuberculum articulare und dem lateralen Rand der Fossa mandibularis überlagert. Eine Darstellung des Gelenkspaltes ist also nicht möglich. Dementsprechend lassen sich pathologische Veränderungen des Gelenkes anhand der Panoramax-Aufnahme nicht beurteilen.

Dies gilt auch für die Impressionsfrakturen des Jochbogens, die mit einer Hemmung der Unterkieferöffnungsbewegung einhergehen. Auf der

Panoramix-Aufnahme sind die Dislokationen und Impressionen des Jochbogens nur schwer zu diagnostizieren, sofern sie nicht ein erhebliches Ausmaß erreichen. Die Projektionsrichtung von medial nach lateral entspricht der entgegengesetzten Impressionsrichtung (Abb. 11).

Infolgedessen bietet die Panoramix-Aufnahme gegenüber tangentialen extraoralen Aufnahmen nur Nachteile.

Besteht nach einer Fraktur oder infolge eines entzündlichen Geschehens eine Kieferklemme, so ist die Panoramix-Aufnahme ohnehin nicht durchzuführen (der Durchmesser der Röhre beträgt einschließlich Applikator und Schutzhülse 2,5 cm).

Gut dargestellt wird der Prozessus muskularis des Kiefergelenkes (Abb. 42, 43, S. 58).

E. DIE DARSTELLUNG DES MARGINALEN PARODONTIUMS IN DER PANORAMIX-AUFNAHME

Die röntgenologische Darstellung des marginalen Parodontiums im enoralen Mundfilm ist vielfach untersucht und beschrieben worden (z.B. E.FRÖHLICH (3, 5), W.SCHULTE (18)). Dabei hat sich gezeigt, daß der normale Mundfilm nur unvollkommen über den tatsächlichen Verlauf des Limbus alveolaris Auskunft gibt. Das Panoramix-Verfahren ist in diesem Zusammenhang besonders interessant, weil nach den früher beschriebenen Ergebnissen das knöcherne Parodontium des ganzen Kiefers auf einem Bild zu übersehen ist.

Wir haben geprüft, wie sich die unterschiedlichen Veränderungen bzw. Abbauformen der marginalen Knochenabschnitte auf der Panoramix-Aufnahme darstellen. Die Untersuchungen wurden am mazerierten Schädel durchgeführt. Notwendige Wiederholungen konnten ohne Rücksicht auf Strahlenschädigungen vorgenommen werden.

Zur genauen Orientierung im Röntgenbild wurde dem Verlauf des oralen Limbus ein 0,5 mm starker Kupferdraht und dem des vestibulären Limbus ein 0,3 mm starker Kupferdraht genau angepaßt. Es wurden vom Ober- und Unterkiefer je zwei Aufnahmen in der gleichen Einstellung an-

gefertigt, einmal mit und einmal ohne Drahtmarkierung.

Mit Hilfe dieser beiden Aufnahmen kann nun der Röntgenschaten der Alveolarränder mit dem markierten oralen und vestibulären Limbus verglichen werden (Abb. 23, 24, S. 51).

E.FRÖHLICH (3, 5) unterscheidet Höhen- und Seitenabbau und als Sonderform des Höhenabbaues den stufenförmigen Abbau.

Oberkiefer

1. Höhenabbau und stufenförmiger Abbau

An dem Skelettschädel (Abb. 12 a - c) sind die interdentalen Septen im gesamten Oberkieferbereich abgebaut. Die palatinale Alveolenwand ist im Frontzahngebiet erhalten. An den ersten und zweiten Molaren im rechten Oberkiefer liegen die Zahnhäse etwa 2 mm frei. Im linken Oberkiefer ist der palatinale Limbus alveolaris am ersten Molaren etwa 2 mm und am zweiten Praemolaren 1 mm abgebaut. Die interradiakalären Septen sind bis auf das Septum des ersten Molaren im rechten Oberkiefer, daß fast bis zur mesio-bukkalen Wurzelspitze fehlt, erhalten. Außerdem ist die vestibuläre Alveolenwand bei 2+ von 2 mm und bei 3+ von etwa 3 mm abgebaut.

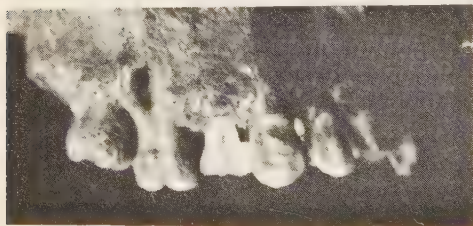


Abb. 12a

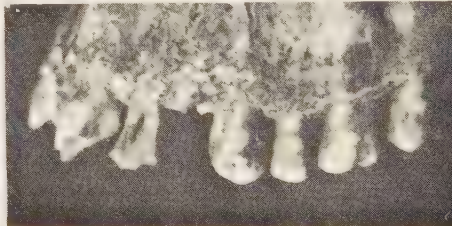


Abb. 12b



Abb. 12 a-c Die anatomische Situation des Oberkiefers in Seitansicht und Aufsicht.

Abb. 12c

Im Röntgenbild zeigen sich der markierte palatinale und vestibuläre Limbus gut abgebildet. (Abb. 24, S. 51).

Die interdentalen Septen sind auch im Röntgenbild deutlich erkennbar im gesamten Oberkieferbereich abgebaut. Im Frontzahngebiet zeigen die beiden Drähte einen durchschnittlichen Abstand von 3 - 4 mm, obwohl vestibulärer und oraler Limbus am Präparat in einer Ebene liegen. Das läßt sich durch den Strahlengang anhand einer schematischen Zeichnung erklären (Abb. 13).

Im dazugehörigen Röntgenbild ohne die Markierung zeigt sich nur der palatinale Limbus. Der vestibuläre Limbus ist kaum sichtbar und nicht kompakt genug im Verhältnis zur Röntgendurchlässigkeit des Zahnes und der Wurzel, um einen Kontrast zu geben.

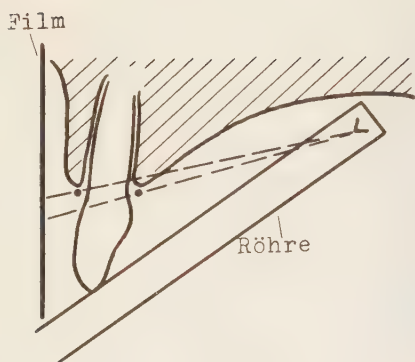


Abb. 13 Schematische Darstellung des Strahlenganges im Frontzahngebiet bei Höhenabbau.

Im Seitenzahngebiet +5 und +6 nähern sich im Röntgenbild die beiden Drähte, sie überdecken sich fast, obwohl ein stufenförmiger Abbau vorliegt. Der palatinale Alveolenrand ist 1 bis 2 mm abgebaut.

Anhand einer schematischen Zeichnung soll wieder der Strahlengang veranschaulicht werden (Abb. 14).

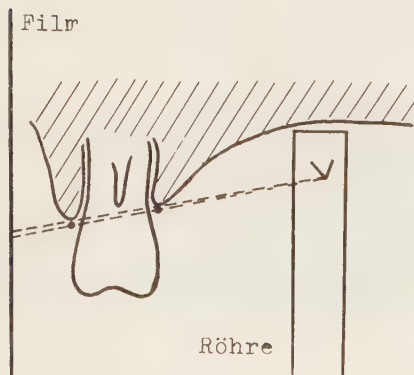


Abb. 14 Schematische Darstellung des Strahlenganges im Seitenzahngebiet bei stufenförmigen Abbau.

An dem Zahn 6+ sind das interradiikuläre Septum und der Limbus alveolaris vestibularis fast bis zur mesio-bukkalen Wurzelspitze abgebaut. Eine schematische Zeichnung (Abb. 15) soll den Strahlengang bei stufenförmigen Abbau erklären.

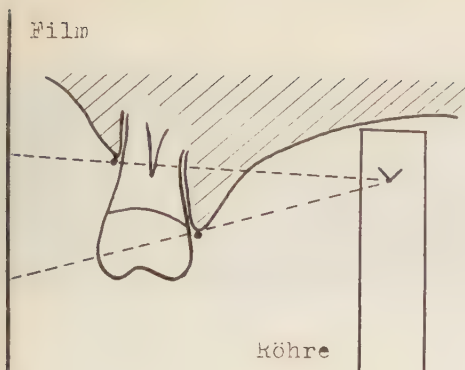


Abb. 15 Schematische Darstellung des Strahlenganges bei stufenförmigem Abbau im Seitenzahngebiet.

Hier ist der starke Abbau der bukkalen Alveolenwand auch im unmarkierten Röntgenbild sichtbar. Der orale Limbus ist nicht dargestellt, da das Verhältnis von Röntgendurchlässigkeit des Zahnes zur Schattengebung der Alveolenwand so groß ist, daß er keinen Kontrast gibt.

2. Seitenabbau

Seitenabbau zeigt der rechte erste Molar an seiner distalen Fläche. Der Fundus der Knochentasche liegt, wie auch im Röntgenbild erkennbar, etwa 6 mm tief. Es ist allerdings eine Überlagerung durch die bukko-distale Wurzel von +6 erfolgt. Die orale Alveolarwand hat keinen Kontrast ergeben. Identisch sind im Röntgenbild und anatomischen Befund der bukkale Limbus. Feinere Veränderungen des Knochens werden durch den Zahn verdeckt.

Unterkiefer

1. Höhenabbau und stufenförmiger Abbau

Am Präparat fehlen die interdentalen Septen im Bereich des gesamten Unterkiefers (Abb. 16 a-c). Bei 7- liegt der Zahnhals bukkal und lingual etwa 2 mm frei.

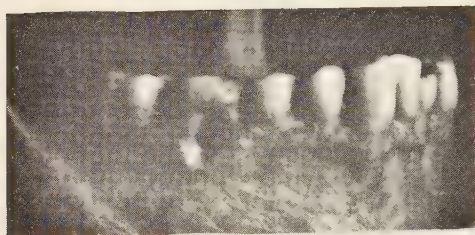


Abb. 16a



Abb. 16b



Abb. 16c

Abb. 16 a-c Die anatomische Situation des Unterkiefers in Seitenansicht und Aufsicht von lingual.

Im Röntgenbild ist bei der markierten, als auch bei der unmarkierten Aufnahme der bukkale und linguale Limbus gut zu verfolgen. Die interdentalen Septen sind auch im Röntgenbild deutlich erkennbar abgebaut (Abb. 23, 24, S. 51).

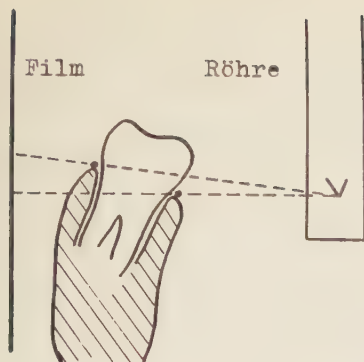


Abb. 17 Schematische Darstellung des Strahlenganges; Abbildung des Limbus lingualis und bukkalis auf der Panoramax-Aufnahme bei Kippung des Molaren nach lingual.

Die Diskrepanz der beiden verschieden starken Drähte im Bereich des Zahnes 7- ist durch Kippung des Zahnes nach lingual entstanden, denn lingualer und bukkaler Alveolenrand befinden sich in einer Abbauebene (Abb. 17). Der im Röntgenbild sichtbare Alveolarrand entspricht dem anatomischen Befund.

Hier gelten also für die Panoramax-Aufnahme die Grundsätze, wie sie E. FRÖHLICH (3) bei der Darstellung des marginalen Parodontiums im enoralen Röntgenbild gegeben hat:

- "a. Der Limbus alveolaris und bukkalis muß mit den Interdentalsepten in einer Ebene liegen.
- b. Der Zentralstrahl soll parallel und in Höhe der Abbauebene verlaufen.
- c. Die Abbauebene muß kompakt genug sein, um einen Röntgenkontrast zu geben".

Einen stufenförmigen Abbau weist der Alveolenrand an den Zähnen 1-, 3- und 6- auf (Abb. 16a und c). Der orale und bukkale Draht differieren am Präparat an den genannten Zähnen um etwa 3 bis 4 mm in der Vertikalen.

Das Röntgenbild mit den Drahtmarkierungen zeigt diesen Abstand (Abb. 24, S. 51). Es ist dabei der Vergrößerungsfaktor von 1,2 bis 2,1 zu berücksichtigen.

Im Röntgenbild ohne Markierung ist nur bei 6- der stufenförmige Abbau sichtbar. Bei 3- wird der vestibuläre Limbus vom Röntgenschat-
ten des Zahnes überdeckt; bei dem Zahn 1- ist der Röntgenkontrast
des oralen Alveolenrandes zu gering.

Auch hier gelten wieder die von E.FRÖHLICH (3) beschriebenen
Grundsätze:

- "a. Der Röntgenschat-
ten beider Alveolenwände muß über dem
Röntgenschat-
ten des Zahnes zu verfolgen sein.
- b. Die höhere Wand muß röntgenologisch darstellbar sein,
sonst diagnostiziert man nur einen Höhenabbau.
- c. Die weiter abgebaute Wand des Alveolarfortsatzes muß an
einer Grenzlinie erkennbar sein."

2. Seitenabbau

Ein Seitenabbau besteht an der distalen Fläche des Zahnes 7- (Abb.
16c). Im Röntgenbild ist der Fundus der Knochentasche nicht zu er-
kennen. Durch die äußere und innere Kompakta des Kieferknochens
wird der Seitenabbau verdeckt.

Nach E.FRÖHLICH (3) entzieht sich auf dem intraoralen Bild der Sei-
tenabbau einer röntgenologischen Darstellung aus folgenden Gründen:

- "a. Die äußere und innere Kompakta des Kieferknochens der
trichterförmigen Defekte bleibt meist erhalten. Durch
diese Kompaktawände wird der Seitenabbau verdeckt; mit-
unter ist nicht einmal der Fundus der Knochentasche zu
erkennen.
- b. Der Seitenabbau kann im Bereich der kaum röntgendurch-
lässigen Wurzel von dieser überdeckt werden. Feine Kno-
chenveränderungen werden nicht sichtbar."

Die vorliegenden Untersuchungen am Präparat zeigen, daß es möglich
ist, mit der Panoramix-Technik das marginale Parodontium darzu-
stellen. Es müssen nur, wie auch beim intraoralen Röntgenbild, ge-
wisse Bedingungen zutreffen, wie sie E.FRÖHLICH für die beiden Ar-

ten des Abbaus beschrieben hat.

Obwohl bei der Panoramix-Aufnahme anstelle des Filmes der Fokus in den Mund des Patienten eingeführt wird, also eine Umkehrung der üblichen Anordnung erfolgt, gelten die Grundsätze wie beim enoralen Mundfilmstatus.

Ein Vergleich von Mundfilmstatus und Panoramix-Status einer Patientin soll das noch einmal veranschaulichen (Abb. 25 a + b, S. 52 26, S. 52). Es besteht eine schwere fortgeschrittene progressive marginale Parodontitis, mit pathologisch vertieften Zahnfleischtaschen bis zu 7 mm.

Röntgenologisch handelt es sich um einen ausgedehnten Höhenabbau, der sich im Molaren- und Frontzahnbereich bis auf die Hälfte der anatomischen Wurzellänge erstreckt. Seitenabbau bis in das apikale Wurzeldrittel ist bei den Zähnen 6+, 3+, +3, +6, -4 und -5 festzustellen.

IV. ZUSAMMENSTELLUNG UND DISKUSSION DER ERGEBNISSE

In der Literatur wird das neue Röntgenverfahren - die Panoramix-Technik - von W. HIELSCHER (9), T. JUNG (11, 12, 13), B. R. KLEEFF (15), W. OTT (17) und D. SETZ (20) beschrieben. Übereinstimmend werden als Aufnahmedaten für Oberkieferaufnahmen eine Neigung der Röhre von 10° nach oben, eine Spannung von 45 kV und eine Belichtungszeit von 0,4 sec angegeben; für Unterkieferaufnahmen sind die Aufnahmedaten folgende: eine Neigung der Röhre von 10° nach unten, eine Spannung von 40 kV und eine Belichtungszeit von 0,4 sec.

Anhand von 2641 Panoramix-Aufnahmen in der Zeit von Juli 1962 bis Januar 1964 haben wir folgende optimale Aufnahmedaten gefunden: für Oberkieferaufnahmen eine Neigung der Röhre von 20° nach oben, eine Spannung von 65 kV und eine Belichtungszeit von 0,4 sec. Diese Daten beziehen sich auf Filme in gebrauchsfertiger Einzelpackung.

Bei Verwendung feinzeichnender Folien waren die Aufnahmedaten folgende: für Oberkieferaufnahmen eine Spannung von 45 kV, 0,06 sec Belichtungszeit; für Unterkieferaufnahmen eine Spannung von 40 kV und ebenfalls 0,006 sec Belichtungszeit.

Die Entwicklungszeit belichteter Filme ist in der Literatur nicht behandelt. Nach unseren Versuchen beträgt sie durchschnittlich 3,0 bis 3,5 min.

Als zweckmäßig erwies sich die Verwendung einer Bleifolie, wie sie Seite 11 beschrieben ist. Die Bildqualität besserte sich erheblich.

Die Tabelle 9 zeigt, wie oft zusätzlich zur Panoramix-Aufnahme Mundfilme erforderlich waren, um eine einwandfreie Diagnose stellen zu können.

	Oberkiefer- aufnahmen	Unterkiefer- aufnahmen
Aufnahmen insgesamt	1347	1294
abzüglich KFO-Auf- nahmen - 703	744	591
unzureichende Aufnahmen	127	79
Anteil in %	17 %	14 %

Tab. 9 Verhältnis der unzureichenden Aufnahmen bei Panoramix-Ober- und Unterkieferaufnahmen zur Gesamtanzahl der Aufnahmen, abzüglich der KFO-Aufnahmen.

Von der Gesamtanzahl der Aufnahmen sind die aus kieferorthopädischer Indikation abziehen, weil der jugendliche kurze Zahnbogen in der Regel mit der Panoramix-Aufnahme ausreichend wiedergegeben wird.

Die Tabelle 9 zeigt, daß bei Oberkieferaufnahmen 17 % und bei Unterkieferaufnahmen 14 % unzureichend waren. Es handelte sich dabei fast ausschließlich um die Darstellung des Seitenzahngebietes. Die Molaren waren stark vergrößert übereinander projiziert oder auf dem Film nicht mehr erfaßt. Die Panoramix-Aufnahmen können den Mundfilm - besonders im Molarenbereich - nicht ersetzen. Vereinzelt ist auch im Frontzahngebiet ein zusätzlicher Mundfilm erforderlich. Feinste Strukturveränderungen des Knochens sind auf der Panoramix-Aufnahme oft nicht zu beurteilen.

Ihr wesentlicher Vorteil gegenüber dem herkömmlichen Mundfilm-Status ist darin zu sehen, daß man sehr schnell eine Übersicht über alle Kieferabschnitte erhält.

Große Hilfe leistete das Panoramix-Bild bei der Lokalisation von Kieferfrakturen, verlagerten Zähnen und osteolytischen Prozessen. Bei der Darstellung ausgedehnter Zysten oder Tumoren (vor allem im Frontzahn- und Eckzahngebiet des Unterkiefers) war die Panoramix-Aufnahme vor-

teilhaft, da auf einem Bild die Ausdehnung des pathologischen Prozesses zu überblicken war, oder falls sich der Prozess nur auf eine Kieferseite beschränkte, ein Seitenvergleich durchgeführt werden konnte.

Zu überlegen ist, welcher der Methoden bei der Darstellung des Sinus maxillaris der Vorzug zu geben ist. In der Panoramix-Aufnahme kann der Kieferhöhlenboden im Zusammenhang mit den Zähnen betrachtet werden. Das war mit keiner der bisher üblichen Aufnahmetechniken möglich. Die optimalen Aufnahmedaten sind: 65 kV Spannung, 0,5 sec Belichtungszeit, eine Neigung der Röhre von 25° nach oben.

Versuche über die Darstellbarkeit von Jochbogen, Kiefergelenk und Kieferwinkel ergaben, daß die herkömmlichen Methoden vorzuziehen sind. Aufnahmen mit der Panoramix-Technik bieten keine Vorteile.

In der Tabelle 10 sind die verschiedenen Einstellungen zusammengefaßt:

Objekt	Neigung der Röhre	Spannung kV	Bel.zeit in sec	Fokuslage
Oberkiefer	+ 20 - 25°	65	0,4	median
Unterkiefer	- 25 - 30°	60	0,4	median
Mundboden	+ 25°	60	0,4	median
Kieferhöhle	+ 25°	65	0,5	median
Kieferwinkel	- 20°	60	0,4	Gegenseite
Kiefergelenk Jochbogen	+ 20°	65	0,4	Gegenseite

Abb. 10 Zusammenstellung der Neigung und Lage der Röhre, sowie Spannung und Belichtungszeit bei den verschiedenen Aufnahmetechniken mit dem Panoramix-Gerät

Untersuchungen am Präparat zeigten, daß die Darstellung der Abbauformen des marginalen Parodontiums im Panoramix-Bild möglich ist. Es müssen nur bestimmte Bedingungen zutreffen, wie sie E. FRÖHLICH

(4,6) beschreibt.

Der Panoramix-Status bringt gegenüber dem Mundfilmstatus den Vorteil übersichtlicherer Aufnahmen und einer wesentlich geringeren Strahlenbelastung des Patienten.

In Versuchen (Tab. 3 - 8) konnte eindeutig gezeigt werden, daß die Strahlenbelastung bei einem Mundfilmstatus, ob bei Orbita- oder Gonadendosismessungen, höher ist als bei einem Panoramix-Status.

Die Orbitadosis war bei Oberkieferaufnahmen mit dem Müller-Oralix-Gerät (641,0 mR). Bei Unterkieferaufnahmen war die Belastung der Orbita bei 5 Mundfilmen (18,0 mR) 6 fach höher gegenüber der Panoramix-Aufnahme (2,9 mR).

Die Gonadendosis war bei 5 Mundfilmen im Oberkiefer mit dem Müller-Oralix-Gerät (0,89 mR) etwa 20 fach höher als bei Panoramix-Aufnahmen (0,035 mR bei Verwendung einer Bleifolie, 0,046 mR ohne Bleifolie).

Interessant ist der Vergleich der Gonadendosis bei Panoramix-Unterkieferaufnahmen mit Bleifolie und ohne diese. Die Belastung bei Panoramix-Aufnahmen ohne Bleifolie war etwa 16 fach höher als bei Aufnahmen mit Bleifolie.

Bei einem Unterkiefer-Panoramix-Status mit Bleifolie betrug die Gonadendosis nur 0,019 mR; bei 5 Mundfilmen im Unterkiefer mit dem Müller-Oralix-Gerät (1,02 mR) war im Vergleich dazu die Gonadendosis etwa 50 fach höher.

Die Strahlenbelastung bei Verwendung feinzeichnender Folien müßte noch geklärt werden.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Aufgabe dieser Arbeit war es, das Panoramix-Gerät im klinischen Betrieb sowie die Strahlenbelastung des Patienten zu untersuchen.

Das Panoramix-Gerät wurde in seinem technischen Aufbau und seiner Arbeitsweise beschrieben. Das Gerät besteht aus der Röhre, dem Schaltpult und dem Röhrenstativ. Die geerdete, stabförmige Anode (2 cm Durchmesser, 8 cm lang, an einem beweglichen Tragarm befestigt) wurde in den Mund des Patienten eingeführt, so daß der Strahlengang von intraoral nach extraoral verlief.

Anhand von Versuchen und deren Ergebnissen konnten auf die im Abschnitt Problemstellung dargelegten Fragen folgende Feststellungen getroffen werden:

1. Die Aufnahmedaten für optimale Panoramix-Bilder sind:

für Oberkieferaufnahmen 65 kV Spannung, 0,4 sec Belichtungszeit
- für Unterkieferaufnahmen 60 kV Spannung, 0,4 sec Belichtungszeit (bei Verwendung gebrauchsfertiger Einzelfilme).

Bei Verwendung elastischer Kassetten mit feinzeichnender Folie sind die Aufnahmedaten für Oberkiefer- bzw. Unterkieferaufnahmen 45 kV bzw. 40 kV Spannung und 0,06 sec Belichtungszeit.

2. Die Gonadendosis beträgt bei einem Oberkieferstatus mit dem Müller-Oralex-Gerät $0,89 \pm 0,04$ mR, mit dem Panoramix-Gerät $0,035 \pm 0,005$ mR. Bei einem Unterkieferstatus mit dem Müller-Oralex-Gerät beträgt die Gonadendosis $1,02 \pm 0,08$ mR, mit dem Panoramix-Gerät $0,019 \pm 0,004$ mR.

Bei Oberkieferaufnahmen mit dem Müller-Oralex-Gerät beträgt die Orbitadosis $641,0 \pm 90$ mR, mit dem Panoramix-Gerät $20,6 \pm 2,3$ mR.

Bei Unterkieferaufnahmen ist die Belastung der Orbita mit dem Müller-Oralex-Gerät $18,0 \pm 2,5$ mR, mit dem Panoramix-Gerät $2,9 \pm 0,3$ mR.

3. Mit dem Panoramix-Gerät wird der Sinus maxillaris, vor allem der Kieferhöhlenboden, dargestellt. Die Aufnahmedaten sind: 65 kV Spannung, 0,5 sec Belichtungszeit. Die Darstellung von Jochbogen, Kiefergelenk und Kieferwinkel bringt keine Vorteile.
4. Die Abbildung des marginalen Parodontiums in der Panoramix-Aufnahme ist möglich, wenn Bedingungen, wie sie für den Mundfilmstatus beschrieben wurden, zutreffen.
5. Im klinischen Betrieb bedeutet das Panoramix-Gerät bei der Herstellung eines Status eine große Erleichterung und Zeitersparnis. Bei dem enoralen Röntgenstatus müssen 11 Aufnahmen angefertigt werden, während es bei dem Panoramix-Status nur 2 Aufnahmen sind.

Bei 17 % der Oberkieferaufnahmen und bei 14 % der Unterkieferaufnahmen mußten zusätzlich Mundfilme hergestellt werden; dabei handelte es sich um eine unzureichende Darstellung der Seitenzahngebiete im Panoramix-Bild.

VI. LITERATURVERZEICHNIS

1. BUNDE, E. und : "Medizinische Röntgentechnik".
LOECK, V. Verlag G. Thieme, Stuttgart (1958)
2. CLEMENTSCHISCH, E. : "Röntgendarstellung des Gesichtsschädels."
Urban & Schwarzenberg, Wien (1948)
3. CZIESZYNSKI, A. : "Zahnärztliche Röntgenologie".
Verlag J. A. Barth, Leipzig (1926)
4. FRÖHLICH, E. : "Grenzen und Täuschungen bei der röntgenologischen Darstellung marginaler Zahnbetterkrankungen."
Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 4, 225 (1956)
5. FRÖHLICH, E. : "Zähne und Kieferhöhlenboden im Röntgenbild."
Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 11, 595 (1950)
6. FRÖHLICH, E. : "Die marginalen und profunden Zahnbetterkrankungen und die Grenzen ihrer Darstellbarkeit."
Zschr. Stomat. 54, 121 (1957)
7. GLASSER, O. : "W. C. Röntgen und die Geschichte der Röntgenstrahlen."
Verlag Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg (1959)
8. HEUSER, H. : "Zahnärztliche Röntgendiagnostik".
Verlag J. A. Barth, Leipzig 8, 117 (1958)

9. HIELSCHER, W. : "Röntgenologische Gesamtdarstellung der Kiefer mit dem Spezial-Röntgenapparat Panoramix." Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 12, 811 (1962)
10. JUNG, T. : "Die Strahlenbelastung des Patienten durch zahnärztliche Röntgenuntersuchungen." Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 22, 1530 (1960)
11. JUNG, T. : "Panorama-Röntgenaufnahmen der Zähne und der Kiefer." Die Quintessenz d. zahnärztl. Literatur, 8, 77 (1962)
12. JUNG, T. : "Panorama-Vergrößerungsaufnahmen mit der Panoramixröhre, ein neues zahnärztliches Röntgenverfahren." Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 3, 142 (1962)
13. JUNG, T. : "Die Panorama-Röntgenvergrößerungsaufnahme der Zähne und Kiefer." Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 8, 568 (1962)
14. KIRSCH, Th. : "Strahlengefährdung und Strahlenschutz in der zahnärztlichen Röntgendiagnostik". Verlag Dr. A. Hüthig, Heidelberg (1960)
15. KLEEF, B. -R. : "Panorama-Röntgentechnik und Zahnstereoskopie mit dem Panoramix-Röntgenapparat." Med. dent. Diss. Düsseldorf (1963)
16. LOHMANN, Th. : "Über eine neue Methode der zahnärztlichen Röntgenaufnahmetechnik." Röntgenblätter 5, (1962)

17. OTT, W. : "Panorama-Röntgentechnik."
Festschrift zur 50-Jahr-Feier der Graubündner Zahnärzte-Gesellschaft
Chur (1961), Separatdruck
18. SCHLUNGBAUM, W. : "Medizinische Strahlenkunde."
Verlag W. de Gruyter, Berlin (1960)
19. SCHULTE, W. : "Das marginale Parodontium des Oberkiefers im Röntgenbild."
Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 8, 616 (1957)
20. SETZ, D. : "Erfahrungsbericht über das Panoramix-Röntgengerät."
Zahnärztl. Welt/Zahnärztl. Reform
19, 654 (1962)
21. SONNABEND, E. : "Die Strahlenbelastung des Patienten bei Röntgenaufnahmen der Zähne."
Stoma 3, 186 (1962)
Stoma 4, 205 (1962)
22. VOGLER, H. : "r und Gen."
Gevaert - Röntgenhinweise, 1, 4 (1961)
23. VOGLER, H. : "Strahlenschutz."
Gevaert - Röntgenhinweise 5, 6, 7
(1962)
24. VOGLER, H. : "Die praktische Bedeutung der neuen Strahlenschutz-Verordnungen für den röntgenologisch tätigen Arzt."
Vortrag auf der Tagung der Niedersächsischen Röntgengesellschaft,
Bad-Pyrmont (1961)

VII. ANHANG - REPRODUKTIONEN VON RÖNTGEN-
AUFNAHMEN MIT DEM PANORAMIX-GERÄT

Seite 48 - Seite 58

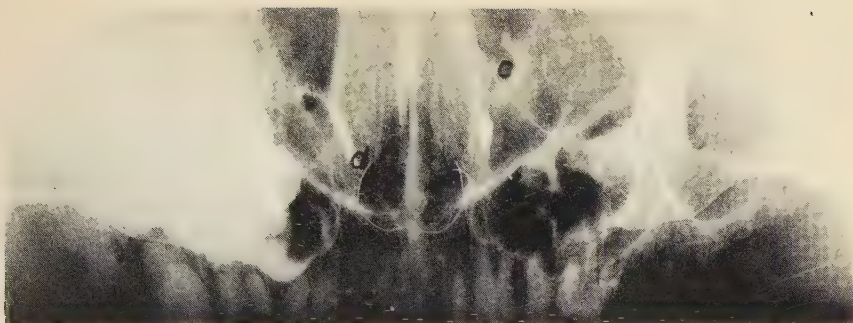


Abb. 18 Panoramix-Aufnahme des Sinus maxillaris am mazerierten Schädel. Untersuchungen über die Darstellbarkeit des Kieferhöhlenbodens. Der knöcherne Orbitarand (c) + die Apertura piriformis (d) sind mit einem 0,1 mm starken Kupferdraht markiert. Der Sinus maxillaris rechts ist mit einer Tamponade, die mit Röntgenkontrastmittel getränkt ist, ausgestopft.

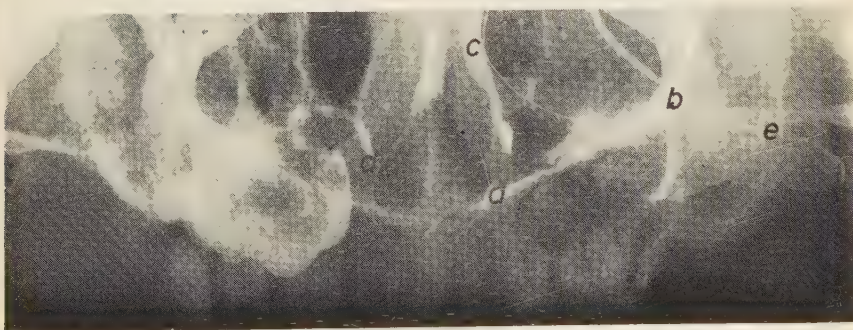


Abb. 19 Panoramix-Aufnahme des Sinus maxillaris am mazerierten Schädel. Der Kieferhöhlenboden (rechts) ist mit einem Endograftin-Schlammkreidebrei bedeckt. Der knöcherne Orbitarand (c), die Apertura piriformis (d) und die hintere Begrenzung des harten Gaumens (e) sind mit einem 0,1 mm starken Kupferdraht markiert. Die röntgenologische Verdichtungszone (in der Abb. von a nach b) entspricht dem Übergang der caudalen zur lateralen Nasenhöhlenbegrenzung.

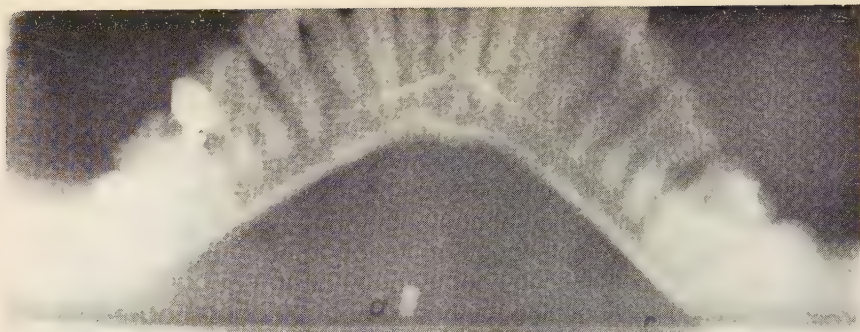


Abb. 20 Panoramix-Aufnahme des Mundbodens. Auf der äußeren Haut wurde in Gegend des Os hyoides ein etwa 2 qmm großes Metallplättchen befestigt (a).
Aufnahmedaten: 60 kV, 0,4 sec.

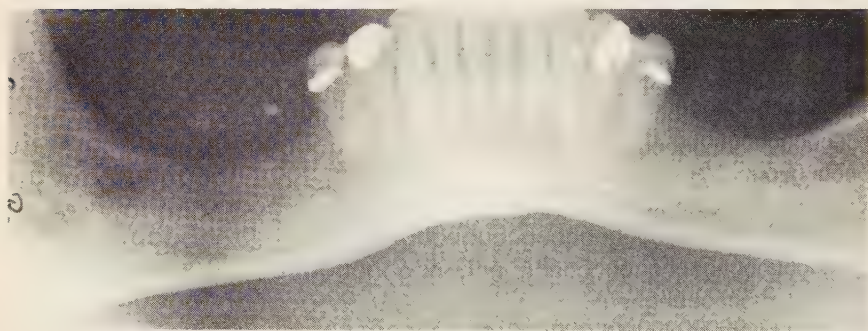


Abb. 21 Panoramix-Aufnahme des Unterkiefers einer 37-jährigen Patientin. Anteriores Restgebiß, -4 unvollständige Wurzelfüllung. Aufnahmedaten: 60 kV, 0,4 sec.

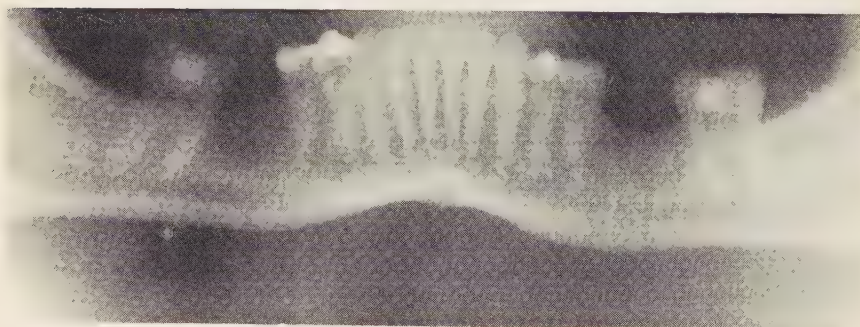


Abb. 22 Unterkiefer-Panoramix-Aufnahme einer 31-jährigen Patientin. Die Zähne 7-, 5-, 4-, -4 und -7 mit Füllungen versorgt. Aufnahmedaten: 60 kV, 0,4 sec.

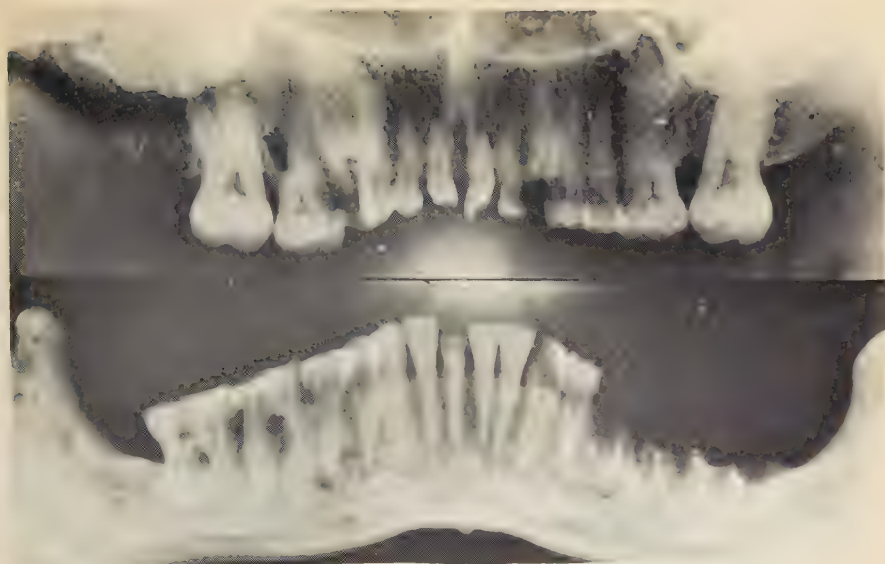


Abb. 23 Panoramix-Aufnahme des Ober- und Unterkiefers am maze-rierten Schädel. Untersuchungen über die Darstellbarkeit des knöchernen Limbus im Panoramix-Bild.



Abb. 24 Panoramix-Aufnahme des Ober- und Unterkiefers am maze-rierten Schädel. Dem Verlauf des vestibulären Limbus ist ein 0,3 mm starker Kupferdraht, dem Verlauf des oralen Limbus ein 0,5 mm starker Kupferdraht genau angepaßt.

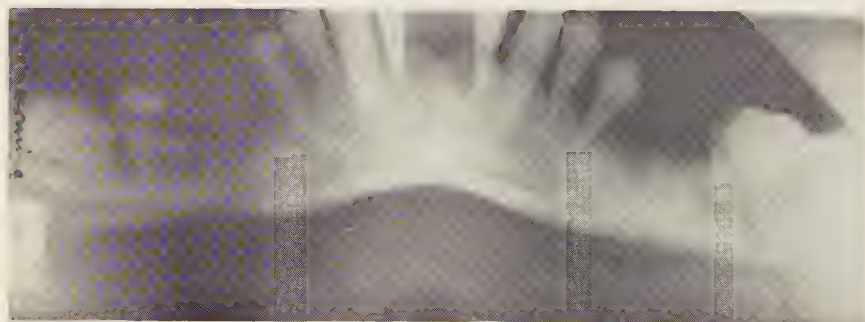
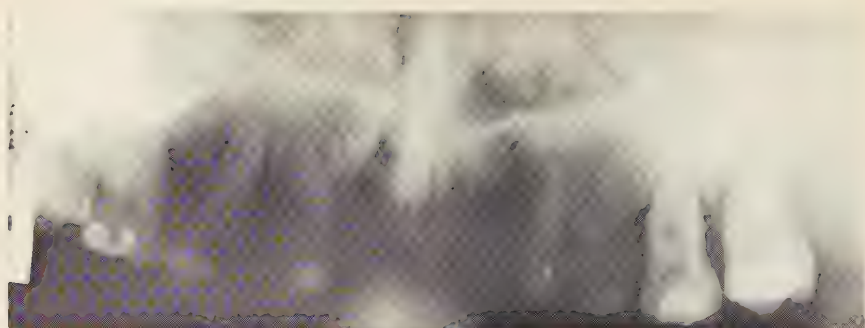


Abb. 25 a + b Panoramix-Aufnahmen des Ober- und Unterkiefers einer 20-jährigen Patientin.

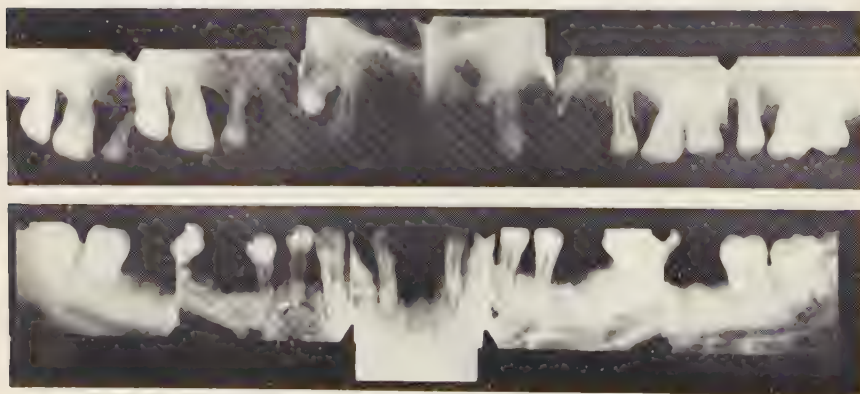


Abb. 26 Mundfilmstatus derselben Patientin, wie in den Panoramix-Aufnahmen in Abb. 25 a + b.

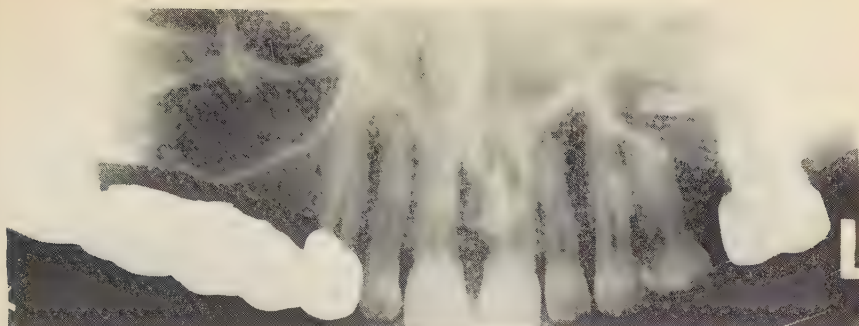


Abb. 27 Oberkiefer-Panoramix-Aufnahme einer 38-jährigen Patientin. Radix des extrahierten Zahnes +6 im linken Sinus maxillaris. Aufnahmedaten: 65 kV, 0,4 sec.

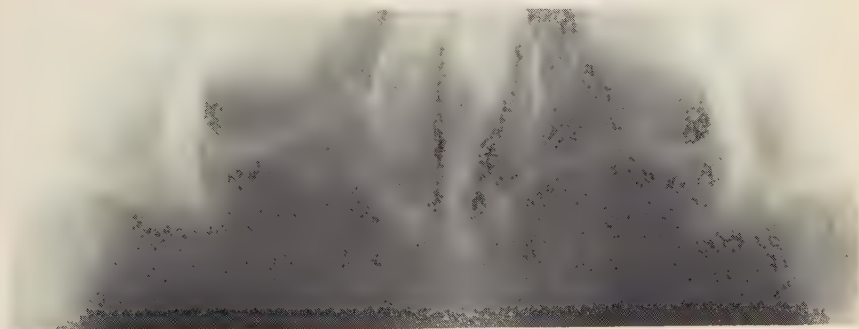


Abb. 28 Oberkiefer-Panoramix-Aufnahme eines 57-jährigen Patienten. Darstellung des Sinus maxillaris, zahnloser Alveolarfortsatz. Aufnahmedaten: 65 kV, 0,5 sec.

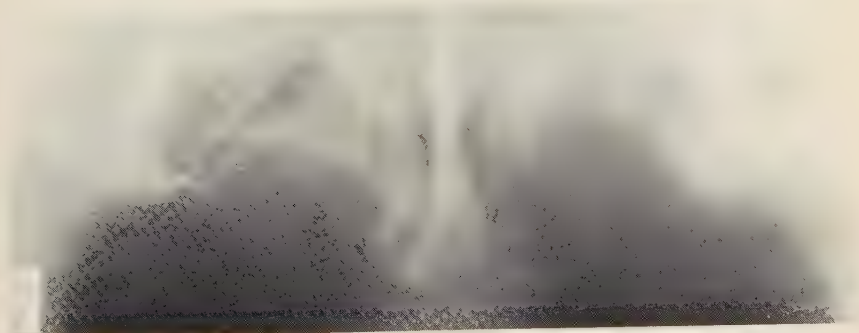


Abb. 29 Oberkiefer-Panoramix-Aufnahme eines 65-jährigen Patienten. Zahnloser Alveolarfortsatz, große Residualzyste im linken Oberkiefer, den Sinus maxillaris verdrängend. Aufnahmedaten: 65 kV, 0,5 sec.

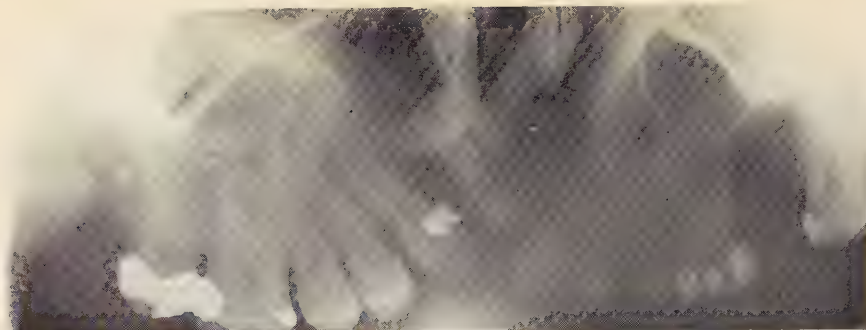


Abb. 30 Oberkiefer-Panoramix-Aufnahme einer 35-jährigen Patientin. Lippen-Kiefer-Gaumenspalte.
Aufnahmedaten: 65 kV, 0,4 sec.

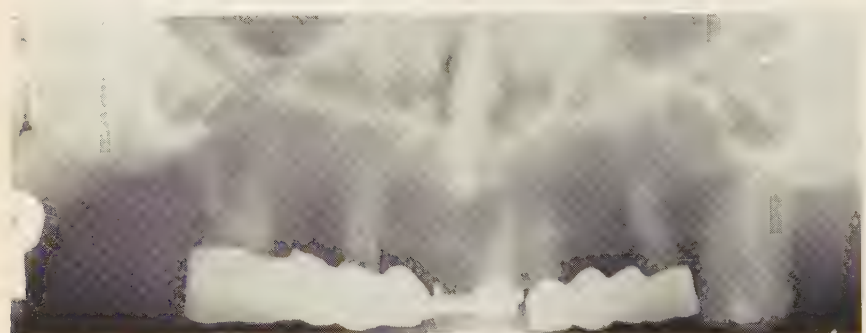


Abb. 31 Oberkiefer-Panoramix-Aufnahme einer 45-jährigen Patientin. Prothetisch versorgtes Restgebiß.
Aufnahmedaten: 65 kV, 0,4 sec.

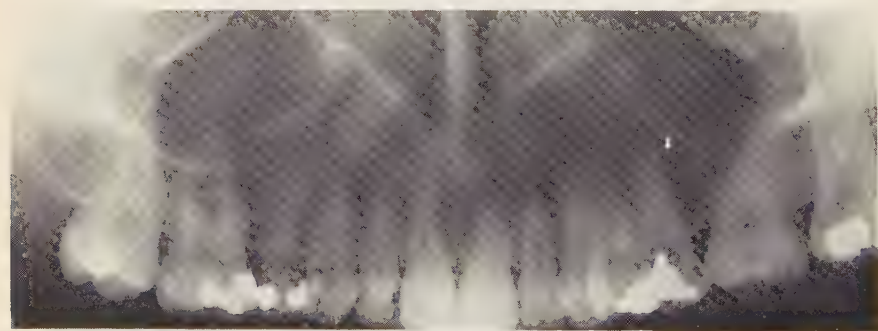


Abb. 32 Oberkiefer-Panoramix-Aufnahme eines vollbezahnten Gebisses. Das Röhrenende befand sich in Höhe des Interdentaltalraumes der ersten und zweiten Molaren in der Median-sagittalebene. Überlagerungen im Praemolarenggebiet.
Aufnahmedaten: 65 kV, 0,4 sec.

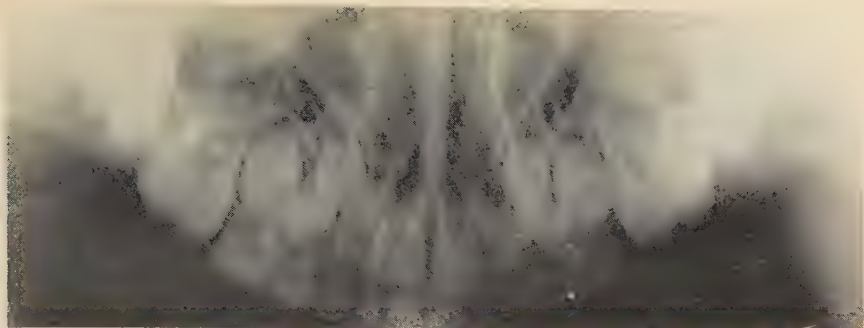


Abb. 33 Oberkiefer-Panoramix-Aufnahme einer 5-jährigen Patientin. Aufnahmedaten: 65 kV, 0,4 sec.

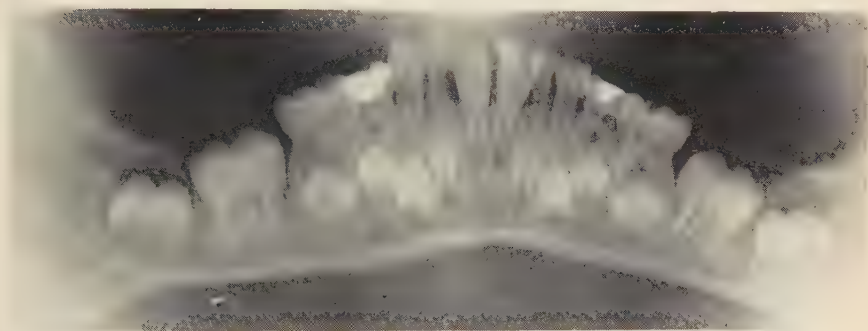


Abb. 34 Unterkiefer-Panoramix-Aufnahme einer 5-jährigen Patientin. Aufnahmedaten: 60 kV, 0,4 sec.

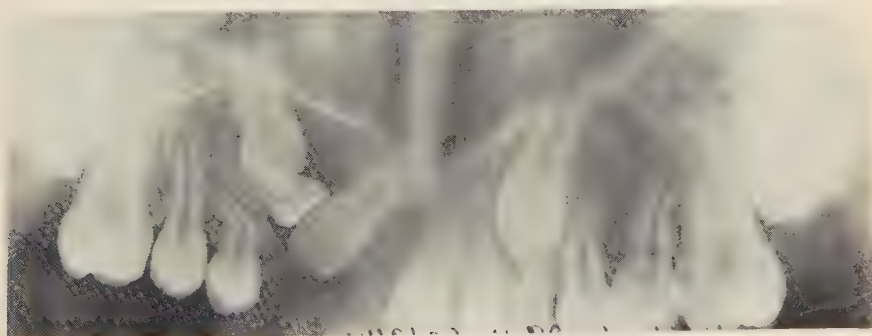


Abb. 35 Oberkiefer-Panoramix-Aufnahme eines 8-jährigen Patienten. Aufnahmedaten: 65 kV, 0,4 sec.

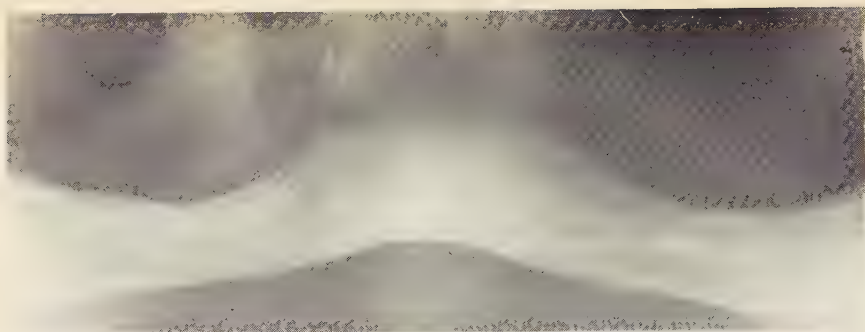


Abb. 36 Unterkiefer-Panoramix-Aufnahme einer 69-jährigen Patientin. Zahnloser Alveolarfortsatz.
Aufnahmedaten: 60 kV, 0,4 sec.

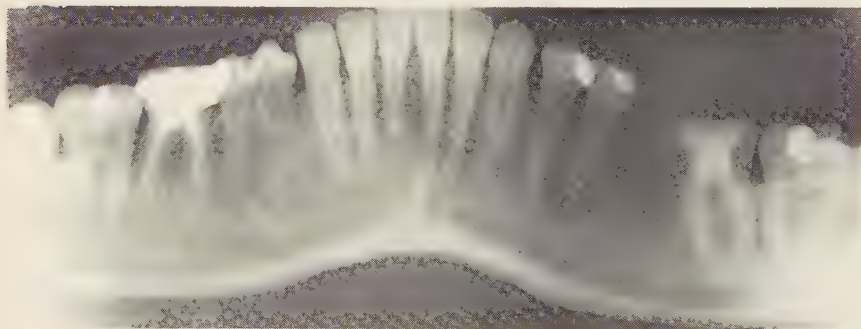


Abb. 37 Unterkiefer-Panoramix-Aufnahme einer 26-jährigen Patientin. Mit Füllungen versorgtes Gebiß, 6- und -6 zeigen unvollständige Wurzelfüllungen.
Aufnahmedaten: 60 kV, 0,4 sec.

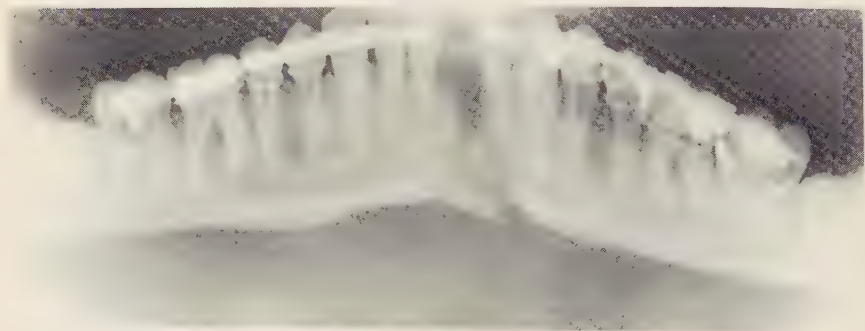


Abb. 38 Unterkiefer-Panoramix-Aufnahme eines 19-jährigen Patienten. Unterkieferquerfraktur bei 1- -1-, durch Schiene versorgt. Aufnahmedaten: 60 kV, 0,4 sec.

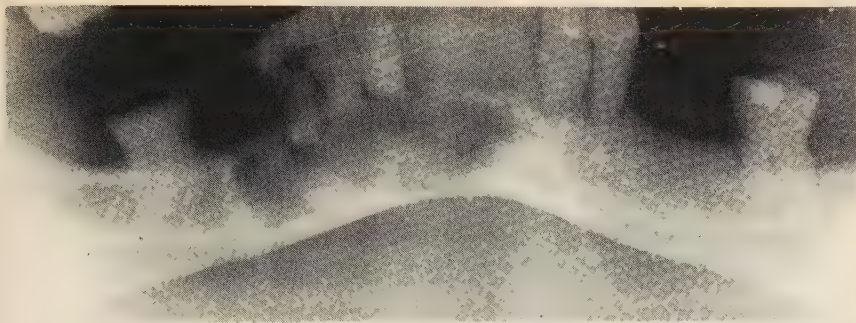


Abb. 39 Unterkiefer-Panoramix-Aufnahme eines 75-jährigen Patienten. Große Zyste im horizontalen Unterkieferast und Kinnbereich. Aufnahmedaten: 60 kV, 0,4 sec.

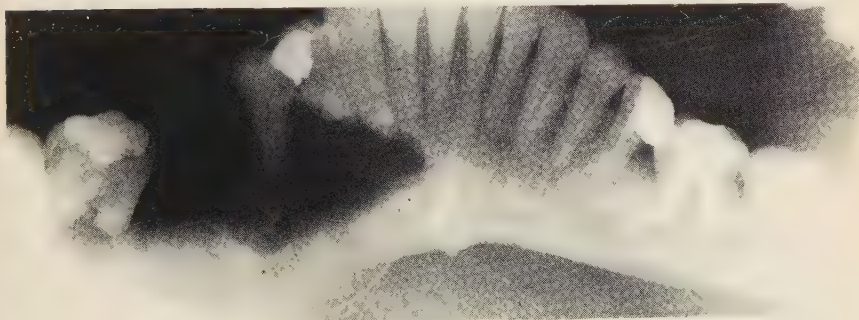


Abb. 40 Unterkiefer-Panoramix-Aufnahme eines 39-jährigen Patienten. Adamantinom im horizontalen Unterkieferast und Eckzahnbereich. Aufnahmedaten: 60 kV, 0,4 sec.

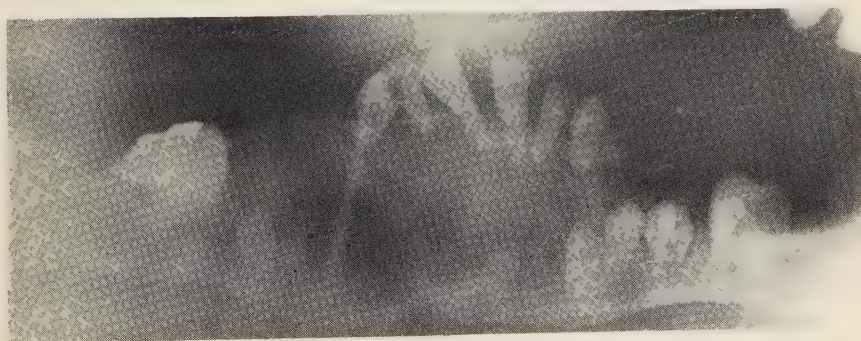


Abb. 41 Unterkiefer-Panoramix-Aufnahme einer 8-jährigen Patientin. Riesenzyste (Verdacht auf Osteodystrophia fibrosa generalisata - Recklinghausen). Aufnahmedaten: 60 kV, 0,4 sec.



Abb. 42 Panoramix-Aufnahme des aufsteigenden Unterkieferastes und des Kiefergelenkes. Zahnloser Alveolarfortsatz. Aufnahme­daten: 60 kV, 0,4 sec.



Abb. 43 Panoramix-Aufnahme des aufsteigenden Unterkieferastes, des Kieferwinkels und des Kiefergelenkes. 8- verlagert. Aufnahme­daten: 60 kV, 0,4 sec.

An dieser Stelle möchte ich Herrn Oberarzt
Dr. W. Schulte für die Überlassung des
Themas und Anleitung, sowie Herrn Prof.
Dr. G. Breitling für die Unterstützung bei
den Strahlenmessungen meinen besten Dank
aussprechen.

LEBENS LAUF

Am 30. Januar 1938 wurde ich, Hannelore Heger (geborene Huster), als Tochter des Zahnarztes Emil Huster und seiner Ehefrau Hildegard, geborene Kopecky, in Berlin-Lichtenberg geboren.

Nach Besuch der Volksschule von 1945 bis 1949 in Berlin, von 1949 bis 1952 in Thale, kam ich 1952 in die Goethe-Oberschule in Thale, wo ich 1956 die Reifeprüfung ablegte.

Mit dem Herbstsemester 1956 begann ich mein zahnmedizinisches Studium an der Humboldt-Universität Berlin und bestand nach dem Frühjahrsemester 1958 die zahnärztliche Vorprüfung. Die klinischen Semester absolvierte ich an der Humboldt-Universität Berlin und schloß sie mit dem zahnärztlichen Staatsexamen am 2. April 1962 an der Freien Universität Berlin ab.

Seit Juni 1962 arbeite ich am Zahnärztlichen Institut der Universität Tübingen.

